ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 NOVEMBRE 1940.

PRÉSIDENCE DE M. HYACINTHE VINCENT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome 209 (juillet-décembre 1939) des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

CALCUL VECTORIEL. — *Sur la formule du double produit vectoriel.* Note de M. **Jean Chazy.**

Soit à démontrer l'identité élémentaire

$$(1)\qquad (\vec{a}\times\vec{b})\times\vec{c}=(\vec{a}.\vec{c})\vec{b}-(\vec{b}.\vec{c})\vec{a},$$

où $\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{c}$ sont trois vecteurs quelconques, où la parenthèse du premier membre désigne le premier produit vectoriel effectué, et où les parenthèses du second membre désignent deux produits scalaires.

Les trois termes sont homogènes par rapport à chacune des longueurs des trois vecteurs : il suffit de démontrer la formule (1) quand les trois vecteurs $\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{c}$ ont pour longueur l'unité. Si le vecteur $\vec{c}$ est perpendiculaire aux deux vecteurs $\vec{a}$ et $\vec{b}$, il est parallèle au produit vectoriel $\vec{a}\times\vec{b}$, le premier membre et d'ailleurs les deux produits scalaires du second membre sont nuls : la formule (1) est vérifiée. Et comme, en outre, chacun des trois termes est distributif, il suffit de démontrer cette formule quand les trois vecteurs $\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{c}$ sont dans un même plan P.

Le premier membre, produit vectoriel de deux vecteurs dont l'un est $\vec{c}$, est un vecteur perpendiculaire à $\vec{c}$: donc, si nous multiplions scalairement par $\vec{c}$ la formule (1), nous obtenons zéro au premier membre, et évidemment les deux termes obtenus au second membre se détruisent.

En second lieu multiplions vectoriellement la formule (1) par $\vec{c}$ comme premier vecteur, ou par $-\vec{c}$ comme second vecteur : ce qui équivaut à projeter cette formule sur la droite perpendiculaire à $\vec{c}$ dans le plan P; dans ce plan désignons par α et β les angles avec le vecteur $\vec{c}$ des vecteurs $\vec{a}$ et $\vec{b}$. Le produit vectoriel $\vec{a} \times \vec{b}$ a pour valeur algébrique $\sin(\beta - \alpha)$ sur l'axe D perpendiculaire au plan P : multipliant par $\vec{c}$, puis par $-\vec{c}$, on constate que l'on retrouve le même vecteur de valeur algébrique $\sin(\beta - \alpha)$ sur l'axe D. Au second membre de la formule (1) les produits scalaires $\vec{a}.\vec{c}$ et $\vec{b}.\vec{c}$ sont égaux à $\cos\alpha$ et $\cos\beta$, et les produits vectoriels $\vec{c} \times \vec{b}$ et $\vec{c} \times \vec{a}$ ont pour valeurs algébriques sur l'axe D $\sin\beta$ et $\sin\alpha$. D'où, après multiplication, la formule de soustraction classique

$$\sin(\beta - \alpha) = \cos\alpha \sin\beta - \cos\beta \sin\alpha.$$

Donc dans le plan P le premier terme de la formule (1) est identiquement la somme des deux termes du second membre, puisque la propriété appartient en valeurs algébriques à leurs projections sur deux axes rectangulaires.

L'identité (1) se trouve ainsi démontrée dans le cas général.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Phénolases et indophénolase chez les Champignons.* Note de M. HENRI COLIN et M[lle] GILBERTE LEGRAND.

Nombre de Champignons supérieurs, appartenant aux groupes les plus divers, se montrent capables d'oxyder le mélange d'α-naphtol et de diméthylparaphénylènediamine (par abréviation le nadi), avec formation de bleu de naphtol, réaction commune chez les animaux, et que l'on rapporte à une diastase spéciale, l'indophénolase (Keilin).

Mais, tandis que les tissus animaux les mieux doués à cet égard, cœurs de mouton, d'oiseaux, de souris, ne laissent pas diffuser trace du ferment, *il suffit d'immerger quelques minutes, à la température ordinaire, des tranches*

minces de Champignons tels que Russula cyanoxantha *ou* Lactarius piperatus, *chapeau ou stipe, chair ou lamelles, pour obtenir des liqueurs diastasiques très actives.*

Cela n'engage pas à rapporter à un seul et même ferment l'oxydation du nadi chez les animaux et chez les végétaux, d'autant que les quinones la provoquent instantanément, ce qui fait que la présence simultanée de polyphénolases, si répandues dans les Champignons, et de polyphénols ortho ou para, pourrait tenir lieu d'indophénol-oxydase, comme l'ont suggéré Szent-Györgii (1) pour le jus de Pomme de terre et Sutter (2) pour *Lactarius vellereus*.

En réalité ce sont les Champignons les plus réputés pour leur pouvoir oxydant à l'égard des phénols qui donnent avec le plus d'intensité la réaction du bleu de naphtol. Si les jus de presse ou la pulpe écrasée n'en font rien, la raison en est dans leur pouvoir réducteur, beaucoup plus prononcé que celui des simples macérations aqueuses, et que l'on peut atténuer par un chauffage modéré vers 60° ou par action d'éthyluréthane à dose massive. Il faut noter aussi que les espèces nanties d'un chromogène spécial s'oxydant à l'air ne touchent guère au nadi tant que dure cette oxydation; ainsi en est-il de *Lactarius deliciosus*; la pulpe fraîche du chapeau, tout imprégnée de lait, ne bleuit le nadi qu'après qu'on a écarté la sécrétion par un premier épuisement.

Les préparations les plus actives, poudres ou liqueurs, perdent en grande partie, au bout d'un certain temps, leur pouvoir fermentaire à l'égard du nadi, sans cesser pour cela d'oxyder les phénols, quelques jours seulement pour les macérations aqueuses, à la température de 25°, plus longtemps pour les extraits glycérinés, bien davantage pour la pulpe séchée à basse température et conservée à la glacière en tube scellé sous vide.

Ainsi affaiblis, ces milieux restent néanmoins capables de bleuir le réactif en présence de pyrocatéchol, fût-ce à la dose infime de $M \times 10^{-5}$. D'autres corps phénoliques peuvent, à des degrés divers, jouer le même rôle, à commencer par le phénol et les crésols, le para beaucoup mieux que le méta et surtout que l'ortho, tous tributaires, comme l'a montré Gabriel Bertrand (3), de la monophénolase ou tyrosinase, qui les

---

(1) *Biochem. Zs.*, 162, 1925, p. 399.
(2) *Dissert.*, Munich, 1929.
(3) *Comptes rendus*, 145, 1907, p. 1352.

transforme d'abord en diphénols puis en quinones ortho ; l'adrénaline ne se montre pas aussi efficace, l'hydroquinone encore moins ; la tyrosine est sans effet ; le pyrogallol est oxydé pour son compte et accapare toute l'activité de l'enzyme.

Il semble ainsi que le bleuissement du nadi par les champignons ne soit que le résultat d'une action secondaire ; tous les corps facilement oxydés par les quinones, acide gaïaconique, benzidine, leucodérivés du vert malachite, du vert brillant se comportent plus ou moins comme le nadi.

On s'expliquerait bien de la sorte la diffusion si facile de la prétendue indophénolase des végétaux, de même que l'oxydation, en présence de pyrocatéchol, de la teinture de gaïac et du nadi par des espèces telles qu'*Amanita rubescens*, *vaginata*, *citrina*, *phalloïdes*, qui, d'elles-mêmes, les colorent à peine; l'affaiblissement des préparations fermentaires avec le temps et des macérations successives avec le nombre des épuisements serait dû à la défaillance ou à la débâcle de l'intermédiaire phénolique, l'addition de pyrocatéchol permettant de combler cette lacune tant que persiste l'oxydase.

Malgré tout, l'intermédiaire en question n'a pas été isolé ni même radicalement séparé du ferment. Vieillissement, action de la température, floculation par les liquides organiques ou les solutions concentrées de sels neutres, autant de moyens d'atténuer le pouvoir oxydant des jus de champignons à l'égard du nadi; quand ils n'y touchent plus pour ainsi dire, ils peuvent encore s'attaquer à des corps plus accessibles, tels que le pyrocatéchol, et l'orthoquinone qui en résulte oxyde spontanément tout ce qui est à sa portée. Mais il n'est pas vraisemblable que l'indophénol-oxydase des champignons se ramène à un mélange de phénolase et de phénol libre; autrement on pourrait facilement extraire ce dernier, il dialyserait et résisterait mieux que l'oxydase à l'action de la chaleur; ce n'est pas ce que l'on observe. D'ailleurs le pyrocatéchol que l'on introduit dans le jus des espèces à phénolase n'y peut plus être décelé au bout de quelques heures à la température ordinaire, pas plus que l'orthoquinone qui en dérive; or les milieux fermentaires en question gardent plusieurs jours la propriété d'oxyder le nadi, alors même qu'ils sont soumis à la dialyse. L'idée d'une indophénolase spécifique, indépendante des phénolases, ne s'impose pas pour autant; l'intermédiaire phénolique pourrait être stabilisé du fait de ses accointances, à moins que le bleuissement du nadi par les phénolases ne soit qu'une question d'ambiance; effectivement le jus de *Russula delica* porté quelques instants à 90° ne perd pas toute activité sur le réactif, pas plus que les dialysats concentrés.

C'est parmi les Russules et les Lactaires qu'on rencontre les Champignons les plus remarquables par leur indophénolase, mais il s'en trouve aussi d'intéressants ailleurs; *Tricholoma nudum*, par exemple, *Psalliota campestris*, *Clitocybe nebularis*, *Pleurotus ostreatus* se prêtent bien aux observations. *Entoloma lividum* est un des plus déshérités, comme *Clavaria cinerea*, *Cortinarius impennis*, *Cantharella aurantiaca*, *Craterella cornucopioïdes*, mais il est rare qu'une espèce se montre absolument inerte à l'égard du nadi en présence de pyrocatéchol. Chez les Lactaires, les plus actifs, après *L. piperatus* et *vellereus*, sont certainement *L. controversus*, *torminosus*, *serifluus*, *pubescens*, *quietus;* les espèces à lait jaunissant à l'air, *L. chrysorheus*, *decipiens* bleuissent à peine le nadi; *L. uvidus*, dont le suc devient violet, à peu près pas. *Russula delica* se place en tête du groupe des Russules, suivie de près par *R. cyanoxantha*, *emetica*, *virescens; Russula atropurpurea*, *fallax*, *sanguinea*, *integra*, *xerampelina* et surtout *Romelli*, *cærulea*, *leuca* sont bien moins intéressantes. Les bolets à chair blanche, *B. edulis*, *variegatus*, *bovinus*, *granulatus*, *chrysenteron*, *luteus*, *badius* sont pauvres en indophénolase; chez les autres, comme *B. erythropus*, *luridus*, *scaber*, le ferment se porte d'abord sur le chromogène. A peu de chose près, ces indications sont identiques à celles que donne la teinture de gaïac.

Quelle que soit l'espèce d'où elle provient, l'indophénol-oxydase des Champignons est paralysée par l'acide cyanhydrique, par l'hydrogène sulfuré mais, contrairement aux préparations d'origine animale, à peu près insensible à l'oxyde de carbone.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Observations sur la flore adventice de Paris.*

Note de M. **Auguste Chevalier**.

D'après la définition de A. Thellung, les plantes adventices sont des espèces exotiques, étrangères à la flore primitive d'un pays, qui s'y sont introduites depuis deux à quatre siècles au plus [1], et souvent depuis peu

---

[1] Si elles sont d'introduction plus ancienne on les nomme *archéophytes*. C'est le cas des Orties, des Chardons, des Mauves, du *Chenopodium Bon-Henri* etc., et en général de toutes les mauvaises herbes.

Les *archéophytes* se rencontrent toujours sur les lieux occupés actuellement par l'Homme ou sur ceux qu'il a habités, cultivés ou défrichés autrefois. Ce n'est qu'après une très longue période d'abandon et retour au *climax* que les autochtones ou indigènes reprennent les places qu'elles avaient primitivement été seules à occuper.

d'années seulement. « Elles se sont introduites le plus souvent par l'intervention inconsciente de l'Homme et à son insu, et elles se montrent pendant un temps plus ou moins long là où elles sont apparues; la plupart disparaissent complètement en peu de temps, tandis qu'un petit nombre arrivent à se propager et à s'établir définitivement dans le pays ([2]). » Pour qu'elles s'établissent il faut que la station persiste, or toutes les stations dans Paris où peuvent vivre des plantes sont précaires.

Cependant Paris, comme tous les points du Globe habités par l'Homme, aussi bien les plus grandes cités que les simples campements où les Noirs d'Afrique, ainsi que les Indiens d'Amérique installent temporairement leurs *cases*, possède une flore particulière. Elle occupe les alentours des lieux habités, les rues peu fréquentées, les décombres, les quais etc. Sur ces points vivent des plantes dites *anthropophiles* ou *rudérales*, et c'est à cette catégorie qu'appartiennent les adventices. Ce sont pour la plupart des nitrophiles, recherchant les lieux riches en nitrates et en nitrites, aux alentours des maisons, sur les tas d'ordures ménagères, sur les dépôts de détritus anciens.

Parmi ces plantes anthropophiles, les unes sont des indigènes appartenant à la flore ancienne du pays, les autres sont des étrangères, des archéophytes et des adventices. Certaines sont passagères, fugaces; les autres font souche et se naturalisent parfois.

P. Allorge, pour le Vexin français, divise les groupements de plantes rudérales en deux séries : la première, localisée sur les substratum les plus riches en nitrates, comprenant les décharges publiques, les amas d'ordures où dominent les Chénopodiacées; la seconde, moins nitrophile, qui s'établit le long des rues et des ruelles négligées, dans les cours, au pied des murs, sur les quais etc., où domine souvent *Hordeum murinum* L.; elle est ordinairement plus herbeuse et beaucoup moins instable, elle est déjà plus pauvre en adventices. On peut rattacher aussi à cette catégorie un groupement secondaire qui s'établit sur le ballast des voies ferrées ou des gares ou encore sur le poussier de débris de scories de charbon, à proximité des usines. Enfin la végétation des fossés et des cours ombreuses et fraîches

---

([2]) A l'exemple de A. Thellung, nous distinguons dans les adventices : 1° les *epœkophytes*, espèces d'apport récent, mais ayant déjà colonisé les stations artificielles; elles sont dites *naturalisées;* 2° les *éphémérophytes*, espèces voyageuses (ou nomades) qui ne sont que passagères et ne se rencontrent que de temps en temps et en petite quantité sur les stations artificielles. C'est le cas d'une bonne partie des adventices de la flore de l'intérieur de Paris.

où arrivent rarement les rayons de soleil appartient encore à une autre série. Ceci s'applique à nos petites bourgades.

On peut faire la même distinction en cinq séries pour Paris et ses environs, et en général pour les grandes villes, bien qu'on observe fréquemment des passages insensibles d'une série à l'autre dans la flore de ces groupements. Enfin les groupements végétaux de l'intérieur des villes sont souvent bien plus instables que ceux des alentours des bourgades, le nettoyage des rues, des voies ferrées, des abords d'usines, l'enlèvement des déblais, les constructions sur les places provisoirement libres s'y faisant à un rythme généralement bien plus rapide que dans les campagnes, de sorte que le peuplement végétal est bien plus fugace, bien plus hétéroclite, et qu'il réserve parfois la rencontre d'adventices inattendues, plantes passagères, venues souvent de loin, et dont les graines ont été apportées on ne sait trop comment, par la population grouillante des villes.

De là aussi les changements constants dans la flore sauvage des grandes villes; beaucoup d'espèces y sont accidentelles et ne persistent pas, même si la station reste stable, favorable au peuplement, et se maintient pendant quelques années.

Les apports par les dépôts d'emballages de produits exotiques, les balayures et les criblures, les déblais et ordures de toutes sortes, l'apport aussi de graines par les chaussures, par les fientes, les plumes et les pattes des oiseaux et par le vent sont les principaux moyens de peuplement de ces places libres. Quelques plantes, comme *Amarantus blitoïdes* Watson, *Eragrostis poeoïdes* P. B. etc., suivent les voies ferrées qui pénètrent à l'intérieur de Paris. L'automobile, qui va aujourd'hui partout et dont les roues de caoutchouc retiennent souvent la boue dans laquelle peuvent se trouver de fines graines, contribue aussi à la dissémination de certaines plantes adventices, en particulier du *Matricaria discoidea* DC. = *M. suaveolens* Buch., non L. On ne connaît pas encore de plantes introduites en France par les avions, mais au Canada, le Frère Marie Victorin a signalé une Chénopodiacée, *Cycloloma atriplicifolium* Coult., venue de l'ouest des États-Unis et apportée par les avions au champ d'aviation de Montréal.

A Paris ont joué aussi depuis un siècle et demi deux causes spéciales d'introduction de plantes étrangères, amenant leur naturalisation temporaire sur les décombres de l'intérieur de la ville ou sur les déblais et remblais de la zone des fortifications (3). D'une part c'est la présence en

(3) On nomme *zone* une bande d'une trentaine de kilomètres de long et de 250m de large, correspondant aux fortifications de Paris et sur laquelle le Gouvernement de

plein Paris des jardins du Muséum d'Histoire naturelle avec des plantes exotiques cultivées. Certaines de ces plantes s'échappent des cultures et se retrouvent adventices sur les terrains vagues des environs, sur les décombres, dans les Ve, VIe et XIIIe arrondissements et parfois sur la zone. D'autre part la concentration près de Paris de troupes de cavalerie, utilisant parfois des fourrages importés, spécialement pendant les périodes de guerre, a amené, en 1815, puis en 1871-1872, l'apparition dans la capitale et sur son pourtour de plantes étrangères, constituant ce que l'on a nommé la *flore obsidionale*. Quelques-unes de ces plantes semblent s'être naturalisées et avoir persisté jusqu'à nous.

Le *Bunias orientalis* L. aurait été apporté sous les murs de Paris, en 1815, par les troupes russes; il s'est installé dans les bois de Boulogne et de Vincennes et s'y rencontre encore parfois. En 1871-1872 on signalait aux environs de Paris ([4]) 268 plantes adventices obsidionales installées près des bastions de l'enceinte, entre le viaduc d'Auteuil et la porte de la Villette, dans le parc de la Malmaison etc.; les unes (*Sisymbrium pannonicum* Jacq., *Malva borealis* Wallm. etc.) seraient venues de la Russie méridionale avec des avoines d'Odessa; la majorité des autres étaient des méditerranéennes qui venaient de l'Afrique du Nord ou de l'Italie avec des foins importés. La plupart de ces plantes disparurent de Paris et ses environs dès la deuxième ou troisième année. Les seules qui aient subsisté jusqu'à l'année 1940 dans Paris même sont *Sisymbrium pannonicum* Jacq. et *Reseda alba* L. Il serait intéressant de rechercher l'année prochaine si la guerre 1939-1940 a apporté à Paris de nouvelles espèces obsidionales. Nous nous proposons de présenter dans une prochaine Note le relevé des principales espèces adventices observées dans ces dernières années dans l'enceinte ou sur le pourtour de la capitale, en laissant de côté les autochtones rudérales de Paris, au nombre de près de 200, la flore du pavé de Paris établie par Joseph Vallot en 1884 étant certainement plus riche que ne l'avait indiqué cet auteur. Nous laissons aussi de côté la plupart des archéophytes, notamment celles qui pullulent aujourd'hui dans toute la France. Par contre nous rangeons dans les adventices deux plantes

---

Louis-Philippe avait décidé qu'il ne serait fait aucune construction durable. L'affectation de cette zone à des constructions a été décidée en 1922, mais il reste encore sur le pourtour de Paris de nombreux terrains vagues, asiles de diverses plantes adventices appelées à disparaître dans un avenir plus ou moins proche.

([4]) GAUDEFROY et MOUILLEFARINE, *Bull. Soc. Bot. France*, 18, 1871, p. 246; 19, 1872, p. 266.

abondantes aujourd'hui à Paris et dans ses environs, venues d'Amérique, et qui étaient déjà assez communes dans la capitale au milieu du XVIII[e] siècle, sans que l'on sache comment elles y étaient venues : *Erigeron canadensis* L. et *Amarantus retroflexus* L., et nous montrerons comment quelques-unes de ces plantes arrivent à subsister et même parfois à se propager.

M. **Emmanuel de Margerie** [1] met sous les yeux de l'Académie quelques feuilles nouvelles de l'*Atlas de France* entrepris sous les auspices du Comité National de Géographie.

CORRESPONDANCE.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Propriétés et structures comparées des matériaux juxtaposés, mélangés ou assemblés en deux constituants.* Note [1] de M. **Raymond de Fleury**, présentée par M. Albert Caquot.

Cette étude fait suite aux travaux confiés par les Services techniques du Ministère de l'Air et à la Note du 6 mai 1940 qu'elle déborde.

1. *Qualités requises pour les matériaux de recouvrement.* — Les conclusions s'appliquent en outre aux enduits, peintures, vernis, émaux, dépôts électrolytiques, chimiques. Peu importe que la limite élastique E_1 de l'enduit soit basse, pourvu que son module d'élasticité M_1 soit tel que, si l'on fait intervenir les taux de sécurité t_1 et t_2, supposés différents pour l'enduit et le support, on ait $(E_1/M_1)(1/t_1) \geqq (E_2/M_2)(1/t_2)$, avec la condition limite $t_1 > 1$, les indices 2 étant affectés au support, et t_2 y étant toujours prévu très supérieur à 1. Cela explique pourquoi un vernis cellulosique de résistance et module faibles a même rôle qu'un émail vitrifié à haut module, lorsque tous deux ont le même rapport E/M. C'est le cas des vernis cellulosiques et, comme recoupement empirique, celui des émaux utilisés sur tôles et fontes épaisses.

2. *Emboutissage des tôles enduites ou protégées.* — Un diagramme de

(1) Séance du 11 novembre 1940.

(1) Séance du 11 novembre 1940.

rupture peut être remplacé par trois cordes : zone Élastique entre zéro et la limite élastique E; Mixte entre E et une limite inférieure de déformabilité F; Déformable entre F et la limite de rupture R. Par analogie et opposition à la fois avec l'emploi que nous avons fait du rapport $\mu = M_2/M_1$ pour comparer dans la zone élastique les taux de sécurité des deux corps juxtaposés, un rapport complémentaire de deux taux de sécurité t'_1 et t'_2 vis-à-vis des déformations permanentes, peut être inscrit en fonction d'un rapport h tel que $h = W_2/W_1$. Chacun des W exprime la valeur $(R - F)/A$ propre à chacun des corps juxtaposés, où A représente l'allongement % à la rupture, hors striction. La condition évidente $A_1 \simeq A_2$, nécessaire pour un emboutissage total avoisinant la rupture, devient, pour un emboutissage partiel commun aux deux corps et porté respectivement à $(1/t'_1)$ et $(1/t'_2)$ de leur rupture, $(1/t'_1)[(R_1 - F_1)/W_1] \geqq (1/t'_2)[(R_2 - F_2)/W_2]$, ou plus simplement $(A_1/t'_1) \geqq (A_2/t'_2)$ avec l'approximation $(F_1/E_1) = (F_2/E_2)$ pour le choix de E et F, légitime en vertu de l'adaptation.

3. *Matériaux de recouvrement des tôles minces, d'étanchéification des rivetages ou d'armature des plaques minces de plastiques.* — S'il s'agit de tôles minces, l'enduit doit, de plus, résister à une déformation permanente même très locale par choc. Dans ce cas, l'enduit doit répondre aux conditions 1 et 2 (cellulosique, védal) et par priorité au 2 (brais). Ne répondant qu'au 1, l'émail vitrifié ne convient plus, à moins que l'allongement élastique soit tel qu'il reste supérieur à l'allongement total du support suivant la condition plus générale $(F_1/M_1 + A_1)(1/t_1) \geqq (F_2/M_2 + A_2)(1/t_2)$, ce qui fixe la qualité limite requise avec $A_1 = 0$ pour le verre, alors que, pour un enduit caoutchouté, avec $A_1 = 0$, cette condition reste surabondamment remplie. Ce sont les mêmes conditions 1, 2, 3 qui régissent l'introduction du verre filé dans les plastiques minces, en remplacement des textiles ou fils métalliques, avec interversion des indices, l'indice 1 affecté au plastique.

4. *Emboutissage comparé des matériaux.* — La transposition de la méthode des taux de sécurité comparés, du domaine *élastique* au *déformable*, fournit, à partir d'une base empirique, une clé précise du classement des matériaux, des moindres nuances de ces derniers, des épaisseurs d'équivalence, et des rapports des courbures admissibles, de l'échelonnement des passes, puis des outillages et des machines, et des puissances et forces instantanées requises.

5. *Nouvelle méthode différentielle de mesure des modules d'élasticité par simple essai de traction.* — Pour déterminer un module inconnu d'un

corps I, il suffit de disposer d'un corps étalon II de module connu, sans allongement permanent, à limite élastique pratiquement égale à la limite de rupture (verres, céramiques, composés métalliques, ciments etc.), mais dont le E/M soit notoirement plus petit que celui du corps dont le module est à mesurer. Un simple essai de traction pratiqué sur un triplet d'éprouvettes, constitué par une éprouvette de section S_1 du corps I placée en sandwich entre deux éprouvettes du corps II, de section globale S_2, conduit à constater un accroissement *c* de la charge de rupture par rapport à un essai préliminaire fait sur les deux seules éprouvettes du corps II. Les allongements élastiques restant égaux jusqu'à rupture du seul corps II, la répartition des efforts unitaires est proportionnelle aux modules. On a la valeur évidente $M_1 = M_2 . c/S_1$. Cette méthode se prête à l'étude précise des anisotropies et des dégradations par fatigue avant rupture.

6. *Morphologie comparée des structures à deux éléments.* — Trois types différents apparaissent visiblement dans des objets usuels :

A. La texture du caoutchouc mousse, où le caoutchouc considéré comme élément rigide, les vides isolés, étanches entre eux, sont assimilés à un élément structural de remplissage dont le module serait très petit.

B. La texture du caoutchouc éponge, où les interstices entrecroisés en canalicules complémentaires du réseau rigide communiquent entre eux, est assimilée à l'élément structural de moindre module.

C. La texture inverse de A, constituée par des corpuscules isolés en caoutchouc, devient évidente si l'on y suppose, au lieu du vide enrobant, la présence du constituant de moindre module.

7. *Classification rationnelle des plastiques à deux constituants.* — Ces types sont trois termes d'une série continue de formes comportant tous les intermédiaires de A à C. Sous ce jour, les plastiques se classent déjà à la base, dans l'ordre suivant, le corps le plus rigide des deux étant caractérisé par M_2 tel que $M_2 > M_1$:

a. Le corps rigide alvéolaire ou cellulaire *enrobe* le plastique de remplissage disséminé (bois naturels, os, corne, ivoire, ciments cellulaires);

b. Le corps rigide, réticulé, *arme* le plastique intersticiel (bois imprégnés, contre-plaqués, tissus, comprimés, meulières, ciments micro-armés);

c. Le corps rigide, plus ou moins intersticiel, *encadre* le plastique réticulé (soufre ou plâtre rempli de filasse, schistes);

d. Le corps rigide fragmentaire *se dissémine* dans le plastique enrobant [produits des poudres à mouler, grès, alliages métalliques usuels à deux constituants (ne pas confondre avec binaires)].

8. *Calcul des structures à deux éléments.* — Tout ce qui paraissait artificiel dans l'appellation *plastiques* envers une classification de trop de produits différents, prend une figure d'unité non conventionnelle, mais naturelle. Le calcul se résume, pour chaque propriété résultante E_{xyz} ou M_{xyz}, à une équation générale, pour toutes les formes et orientations stratifiées, fibreuses ou globulaires des inclusions ou occlusions. Ces derniers facteurs n'y font intervenir que des paramètres chiffrables, et cela selon toutes les directions Ox, Oy, Oz des axes de référence. Cette équation, qui s'applique à tous les termes de la classification *a*, *b*, *c*, *d*, ne comporte, pour deux éléments, que quatre expressions particulières :

$E_2 > E_1$; $(E_1/M_1) > (E_2/M_2)$, I (Corps I excédentaire; II limitatif);
$(E_1/M_1) < (E_2/M_2)$, II (Corps I limitatif; II excédentaire);
$E_2 < E_1$; $(E_1/M_1) > (E_2/M_2)$, III (Corps I chargé et adultéré par II);
$(E_1/M_1) < (E_2/M_2)$, IV (Impossibilité avec la définition $M_2 > M_1$).

De même les rapports des écarts probables des propriétés résultantes du mélange sont évaluables en les introduisant dans les dérivées de l'équation prises par rapport aux paramètres des orientations générales ou structurales. L'ensemble correspond de façon satisfaisante aux données expérimentales.

CHALEUR. — *Frottement turbulent et convection dans un conduit cylindrique.* Note de M. **Gustave Ribaud**, présentée par M. Aimé Cotton.

Dans le calcul du coefficient de convection dans un conduit circulaire, en régime turbulent, tel que l'a indiqué Prandtl, une difficulté assez sérieuse se présente. Rappelons d'abord que dans toute la zone turbulente on a, entre la température T et la vitesse u, la relation (Reynolds)

$$\frac{q}{C\tau} = \frac{\left(\frac{dT}{dy}\right)}{\left(\frac{du}{dy}\right)} = \frac{T_0 - T}{u_0 - u} \tag{1}$$

(τ, frottement local; q, quantité de chaleur transmise par cm²/seconde; C, chaleur spécifique à pression constante).

Admettons d'autre part une variation linéaire de la vitesse jusqu'à la limite δ' de la couche laminaire secondaire; pour expliciter δ' on est amené, par exemple, à écrire l'égalité des du/dy sur la ligne de raccor-

dement des deux zones laminaire et turbulente. Or l'intégration de Karman donne pour valeur de du/dy au voisinage de la surface dans la zone turbulente (origine des y sur la surface)

$$(2) \qquad \left(\frac{du}{dy}\right)_{\text{turb.}} = \frac{1}{k}\sqrt{\frac{f}{\rho}}\frac{1}{y}$$

(f, frottement sur la surface).

Au point δ', cette valeur doit être égale à celle dans la couche laminaire $(du/dy)_{\text{lam}} = f/\mu$, ce qui fournit

$$(3) \qquad \delta' = \frac{\nu}{k}\sqrt{\frac{\rho}{f}}, \qquad\qquad (4) \qquad u' = \frac{f\delta'}{\mu} = \frac{1}{k}\sqrt{\frac{f}{\rho}}.$$

Au point δ' la courbe des températures a, dans la zone laminaire, une pente égale à $(Q\mu/\lambda f)(du/dy)$; dans la zone turbulente cette pente est $(Q/Cf)(du/dy)$ [éq. (1)]; les deux pentes sont inégales; leur rapport est $\mu C/\lambda = P$ (nombre de Prandtl-Stanton). On n'est donc pas en droit d'écrire que le coefficient de convection dans la couche laminaire a pour valeur λ/δ'.

Il paraît indispensable de rétablir la continuité des dT/dy à la limite des deux couches. A cet effet une première manière d'opérer consiste à prolonger la courbe des températures du régime turbulent $T_0 - T = (Q\delta'/\mu C)\,\text{Log}(y/r)$ dans la couche laminaire [1] jusqu'à la tangente en T'' (ordonnée Δ') avec la droite de pente Q/λ; cela fournit immédiatement

$$(5) \qquad \Delta' = \frac{\delta'}{P}\ ^{(2)}, \qquad\qquad (6) \qquad T' - T'' = \frac{Q\delta'}{\mu C}\,\text{Log}\,P.$$

Dès lors on a

$$Q = \frac{T_0 - T'}{\left(\dfrac{u_0 - u'}{fC}\right)} = \frac{T' - T''}{\dfrac{\delta'}{\mu C}\,\text{Log}\,P} = \frac{T''}{\left(\dfrac{\Delta'}{\lambda}\right)},$$

et le coefficient de convection s'écrit

$$(7) \qquad \alpha = \frac{\dfrac{fC}{u_0}}{1 - \dfrac{u'}{u_0} + \dfrac{u'}{u_0}(1 + \text{Log}\,P)}.$$

Dans le raisonnement précédent on suppose que les frottements

---

(1) Nous verrons plus loin que cette façon de faire est pleinement justifiée.

(2) Δ' pourrait être appelée *épaisseur de la couche laminaire thermique*.

turbulent et laminaire ont des domaines nettement séparés par l'ordonnée δ', ce qui est de toute évidence une simplification grossière, comme le montre d'ailleurs l'expérience. Pour serrer le problème de plus près, en ce qui concerne les vitesses, on peut, dans l'intégration de Karman, chercher à calculer la constante a de l'équation

$$\frac{du}{dy} = \frac{1}{2k}\sqrt{\frac{\rho}{fr}}\,\frac{1}{a-\sqrt{r-y}},$$

en écrivant que, pour $y=r$, du/dy n'est pas infini, mais égal à f/μ; cela conduit immédiatement aux relations

(8) $$a=\sqrt{r}+\frac{\delta'}{2\sqrt{r}} \qquad \text{(au lieu de } \sqrt{r}\text{, Karman)},$$

(9) $$\boxed{u=\frac{f\delta'}{\mu}\operatorname{Log}\left(1+\frac{y}{\delta'}\right)}.$$

On arrive à un résultat identique par une voie toute différente qui permet, en même temps, de préciser la courbe des températures au voisinage de la surface. Le frottement turbulent résulte du transport macroscopique de matière normalement à la vitesse d'ensemble u; si, en un point, par centimètre carré et par seconde, la masse transportée est m, si l'on désigne en outre par l le *parcours de mélange* (Prandtl), le frottement local est donné par l'expression $\tau=ml(du/dy)$; dans la couche laminaire il a pour valeur $\mu(du/dy)$. Écrire qu'en δ' il y a continuité des du/dy revient en fait à écrire qu'en ce point $ml=\mu$ (frottements laminaire et turbulent y ont même importance); en un point à distance y de la paroi, on a [éq. (2)]

$$ml=\mu\frac{y}{\delta'}.$$

En tout point la superposition des frottements turbulent et laminaire, ainsi que l'addition des convections turbulente et laminaire, conduisent aux relations

$$\tau=(ml+\mu)\frac{du}{dy}=\mu\left(1+\frac{y}{\delta'}\right)\frac{du}{dy},$$

$$q=(ml\mathrm{C}+\lambda)\frac{d\mathrm{T}}{dy}=\lambda\left(1+\mathrm{P}\frac{y}{\delta'}\right)\frac{d\mathrm{T}}{dy},$$

qui, intégrées, fournissent l'équation (9) et d'autre part

(10) $$\boxed{\mathrm{T}=\frac{\mathrm{Q}\delta'}{\mu\mathrm{C}}\operatorname{Log}\left(1+\mathrm{P}\frac{y}{\delta'}\right)}.$$

Pour achever le calcul de α, une difficulté subsiste, qui tient à la nécessité de choisir une démarcation des phénomènes turbulent et laminaire; il est logique d'admettre qu'elle se fait à la distance δ'; on a dès lors [éq. (1), (10) et (9)]

$$\alpha_l = \frac{Cf}{u_0 - u'}, \qquad \alpha_l = \frac{Q}{T'} = \frac{\mu C}{\delta' \operatorname{Log}(1+P)} = \frac{Cf}{u'} \frac{\operatorname{Log} 2}{\operatorname{Log}(1+P)}$$

et, pour le coefficient de convection total,

$$\alpha = \frac{\dfrac{fC}{u_0}}{1 - \dfrac{u'}{u_0} + \dfrac{u'}{u_0} \dfrac{\operatorname{Log}(1+P)}{\operatorname{Log} 2}}. \tag{11}$$

Les formules (7) et (11) donnent des valeurs de α pratiquement égales jusqu'à $P=10$; pour $P=100$ les coefficients $(1+\operatorname{Log} P)$ et $[\operatorname{Log}(1+P)]/\operatorname{Log} 2$ diffèrent de 18 %. Notons enfin que, pour des valeurs de P inférieures à 10, ces deux derniers coefficients sont pratiquement égaux à $P^{\frac{2}{3}}$.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'emploi, comme chercheur de pôles, d'un tubercule de pomme de terre.* Note de M. **Clément Duval**, présentée par M. Aimé Cotton.

Dans quelques livres destinés aux amateurs de radioélectricité, les auteurs indiquent qu'à défaut d'appareil spécial ou de papier réactif approprié (phtaléine et chlorure de potassium par exemple), on peut rechercher le sens d'un courant continu en enfonçant, à 1^{cm} l'un de l'autre, les deux fils (de cuivre) de transport du courant dans une pomme de terre fraîchement coupée. Une coloration brune doit, dit-on, être observée au voisinage du pôle négatif, et l'on peut même distinguer, par ce procédé, le courant continu du courant alternatif. Nous avons cherché à vérifier les faits signalés et à nous en rendre compte. *A priori*, la teinte peut dépendre des substances chimiques contenues dans la pomme de terre, de la nature des électrodes et de l'intensité du courant. En courant continu, sous des tensions de 4, 40, 80 ou 110 volts, avec les intensités les plus diverses, l'aspect est toujours le même pour des durées d'électrolyse uniformément égales à 10 minutes. Quelle que soit la nature des électrodes, *il ne se forme pas de coloration brune à la cathode*. La coloration, quand elle se forme, apparaît toujours à l'anode.

Avec le cuivre, on observe en effet au pôle positif une tache bleue de forme ovoïde, la pointe étant tournée vers l'autre pôle. La diffusion se produit aussi en profondeur et sur toute la longueur de la partie du fil enfoncée dans le tubercule. On y observe d'ailleurs deux zones nettement délimitées. La partie centrale est constituée par du phosphate de cuivre et la partie externe par un mélange de sulfate et de chlorure cuivriques. Les ions ont été recherchés par les méthodes à la goutte, le cuivre par le procédé à l'hématoxyline indiqué précédemment ([1]), le chlore par la méthode au ferrocyanure d'argent ([2]), l'ion phosphorique, suivant Feigl ([3]), par le molybdate d'ammonium et la benzidine, enfin l'ion sulfurique par le procédé de Denigès au nitrate mercurique ([4]).

La pomme de terre contient en effet des phosphates, sulfates et chlorures alcalins (P^2O^5, 13 à 21^{mg}; SO^3, 3 à 8^{mg}; Cl, 1 à 7^{mg} par 100^g de produit sec).

Les anions correspondants attaquent donc le cuivre anodique. Il est facile de s'assurer, à l'aide d'électrodes de charbon, que les colorations bleues obtenues ne sont pas dues au cuivre rencontré à l'état de trace dans le tubercule, car, au bout de 10 minutes d'électrolyse, ce cuivre interne n'a pas eu le temps de se concentrer à l'anode ou à la cathode et ne peut pas être décelé alors par l'acide rubéanique.

A la cathode, et toujours dans le cas d'une tige de cuivre, on observe un fort dégagement d'hydrogène; au bout de quelques minutes, le contact du fil avec la pomme de terre devient de moins en moins bon; des arcs jaillissent, on observe des crépitements et un dégagement de fumée.

Une heure au moins après la coupure du courant apparaît, autour de la trace de la cathode, un cercle noir ne renfermant aucune substance minérale, mais qui est probablement dû à l'effet de l'une des nombreuses diastases de la pomme de terre. Ce noircissement envahit ensuite, comme d'habitude, toute la partie coupée. La cathode porte un dépôt noir qui se détache facilement; il est soluble partiellement dans une goutte d'acide chlorhydrique qu'il colore en bleu vert. C'est de l'hydroxyde cuivrique formé par électrolyse. En effet les sels de potassium de la pomme de terre (47 à 60^{mg} de K^2O par 100^g de substance sèche) donnent à la cathode de la

---

([1]) Clément Duval, *Comptes rendus*, **211**, 1940, p. 280.
([2]) Cl. Duval et G. Mazars, *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 862.
([3]) *Qualitative Analyse mit Hilfe von Tüpfelreaktionen*, 2e éd., p. 325.
([4]) Denigès, *Bull. Soc. Chim.*, **23**, 1918, p. 36.

potasse qui attaque le cuivre, fournissant un cuprate, puis de l'hydroxyde. Un examen plus attentif montre que celui-ci est souillé de cuivre métallique, soluble dans le trichloracétate d'ammonium et formé par réduction de l'hydroxyde avec l'hydrogène dégagé en cathode. La partie insoluble dans l'acide chlorhydrique est du charbon très fin (qui brûle aisément sur la lame de platine) et formé vraisemblablement par carbonisation de la fécule sous l'action des arcs dont il est parlé plus haut.

Avec des électrodes de nickel et de cobalt, les phénomènes sont exactement les mêmes à l'anode, mais les colorations sont respectivement verte et rose. Le fer ou l'acier donne uniquement du phosphate ferrique brun rouille, et l'aluminium une tache blanche de phosphate d'aluminium. Le platine donne seulement un dépôt de peroxyde PtO^2. L'argent fournit le phosphate jaune mélangé de chlorure blanc et d'un peroxyde noir et octaédrique, vraisemblablement Ag^2O^2. Le plomb donne aussi un mélange de phosphate et de chlorure blancs souillés d'oxyde puce. Avec l'or et le charbon, on n'observe qu'un dégagement d'oxygène ozonisé, sans coloration.

Ces diverses teintes peuvent être obtenues avec d'autres végétaux (pomme, navet, rave etc.). Il faut à peine 10 secondes pour les constater; elles pourront être utilisées dorénavant avec plus de garantie.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène de l'électrostriction dans une colonne de mercure.* Note de M. **Oleg Yadoff**, présentée par M. Camille Gutton.

Les déterminations du phénomène de l'électrostriction et son explication physique dans le cas d'une colonne verticale de mercure semblent être erronées; nous avons cru utile de reprendre l'étude de cette question dans son ensemble. L'expérience montre que, dans une colonne verticale de mercure parcourue par un courant électrique intense, la pression et, par conséquent, la densité du métal varient selon une répartition parabolique, à partir de la périphérie jusqu'à l'axe. On a donné de ce phénomène l'explication suivante : le champ magnétique tourbillonnant autour du conducteur parcouru par le courant dévie les électrons en mouvement vers l'axe du tourbillon. Ces électrons entraînent mécaniquement dans leur mouvement centripète les atomes neutres de mercure. On en conclut à un accroissement central aussi bien de la densité métallique qu'électrique.

Or le développement de nos connaissances sur l'électricité et, d'autre part, les résultats expérimentaux que nous donnons ci-après ne nous autorisent pas à nous prononcer à l'heure actuelle en faveur de cette hypothèse (concentration axiale atomique et électronique).

Les mesures expérimentales montrent que, si la densité du métal croît vers le centre, la densité du courant électrique varie en sens inverse : elle augmente d'une manière appréciable vers la périphérie du conducteur. Cette constatation se justifie théoriquement : la théorie actuelle admet que dans le métal, sous l'influence du champ électrique, les électrons libres circulent à travers le conducteur en cheminant entre les atomes neutres et les ions positifs, qui constituent des obstacles immobiles. Ces électrons en mouvement longitudinal subissent d'autre part des efforts, normaux à la surface du conducteur, dus uniquement à la propriété répulsive des corpuscules électriques de même nom (effet pelliculaire). Une récente étude quantitative donne à ce sujet d'intéressants renseignements [1].

Dans le cas d'un métal liquide, le mercure, les atomes ne constituent plus des points d'appui solides et, lorsque deux électrons se fixent au passage sur deux atomes symétriques par rapport à l'axe, ceux-ci se repoussent mutuellement vers la surface du conducteur. D'après le principe de l'égalité de l'action et de réaction, les électrons qui s'échappent des atomes dans la direction périphérique repoussent mécaniquement ces derniers en sens inverse, vers l'axe du conducteur. Il en résulte que la concentration des électrons dans la zone périphérique entraîne automatiquement la condensation atomique dans la zone centrale. Cette hypothèse est conforme aux résultats expérimentaux précités.

Description des expériences. — Afin d'obtenir de bonnes mesures, nous avons utilisé un tube rond en verre de silice de $6^{cm^2},5$ de section et de 20^{cm} de hauteur utile. Ce tube, contenant une colonne de 130^{cm^3} de Hg, fut connecté aux bornes d'un transformateur, du type *Électrochimie*, à basse tension amenant un courant monophasé de 10^3 amp. environ. La densité de courant au début de l'expérience fut établie à 1,54 amp./mm². L'accroissement de la densité du courant, mesurée après l'établissement du régime sur la périphérie de la colonne, est de 8 %, c'est-à-dire 1,66 amp./mm² sous fréquence industrielle de 50 p : s. Au centre du tube, nous avons constaté une chute brusque du courant de 75 % environ, puis, à la distance de $0^{cm},5$ mesurée suivant le rayon vecteur, on constate une augmentation qui

---

(1) H. Du Mesnil du Buisson, *Thèse de doctorat*, 402, série A 378, 1938, Paris.

amène le courant à 1,50 amp. En remontant le rayon vecteur, on ne constate plus de variation sensible de l'intensité du courant, sauf dans la zone périphérique, ainsi qu'il est indiqué plus haut. Les prises du courant furent réalisées par deux paires d'aiguilles de platine symétriquement mobiles et disposées dans la direction d'un diamètre; la manœuvre s'effectue de l'extérieur.

La vérification de l'accroissement de densité du métal dans la zone du centre a été faite au moyen des tubes manométriques très minces. La répartition de la densité paraît suivre bien régulièrement la loi parabolique dont il a été fait mention. A la fréquence utilisée l'effet pelliculaire produirait un défaut d'uniformité du courant plus faible que celui que nous avons observé.

OPTIQUE. — *Dichroïsme de la brucite dans le proche infrarouge.* Note de M. **Yeou Ta**, présentée par M. Aimé Cotton.

La symétrie des cristaux de brucite $Mg(OH)^2$ conduit à penser que la liaison de l'hydrogène à l'oxygène est dirigée parallèlement à l'axe sénaire du cristal (1). Notre travail sur le dichroïsme de l'iodoforme cristallisé (2) nous a suggéré que l'emploi du proche infrarouge peut permettre de voir s'il en est bien ainsi.

Nous avons pu y arriver en procédant de la même façon que dans le travail cité, c'est-à-dire en étudiant l'absorption dans une lame dont on fait changer l'inclinaison.

En effet, avec de la brucite, on ne peut avoir facilement que des lames parallèles au plan de clivage, normal à l'axe principal. La lame qui nous a servi (épaisse de $0^{mm},5$ environ) reçoit un faisceau sensiblement parallèle de lumière naturelle, d'abord sous un angle d'incidence de 40° par exemple : on observe alors, avec le spectromètre enregistreur employé (3), une bande d'absorption à $14000(\pm 10)$ A [$7142(\pm 5)$ cm^{-1}] (4). Si l'incidence décroît, l'intensité de cette bande diminue et elle disparaît tout à fait quand la lame

(1) Voir par exemple Mauguin, *Structure des Cristaux*, Paris, 1924, p. 248.

(2) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 990.

(3) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1371.

(4) On n'a pu étudier les autres bandes dans le proche infrarouge déjà signalées par Coblentz (*Bull. of Standard*, 7, 1911, p. 619) et par Plyler (*Phys. Rev.*, 28, 1926, p. 284).

devient normale au faisceau. En employant un faisceau polarisé rectilignement, on vérifie que l'absorption de la radiation étudiée n'a lieu que lorsque le vecteur électrique a une composante parallèle à l'axe principal du cristal.

Or la bande observée correspond au premier harmonique de la fréquence de vibration de valence ν(OH). On voit donc que *cette vibration, et par suite la liaison* O — H *s'effectue bien suivant l'axe principal de la brucite*, comme cela arrivait pour la liaison C — H dans un monocristal d'iodoforme.

Nous remarquons en outre que la bande 2ν(OH) observée est relativement étroite et de fréquence plus élevée que les bandes correspondantes que l'on observe dans des substances (l'alcool par exemple, même dilué) où l'on admet l'existence d'un effet de *liaison d'hydrogène* ([5]). Cela signifie que *la vibration* OH *de valence dans le cas de la brucite est bien définie et n'est pas du tout perturbée par les autres atomes d'oxygène voisins*. Cela concorde bien avec la structure lamellaire de ce cristal, où les forces de cohésion entre les diverses couches cristallines sont très faibles.

Enfin on peut sans peine étendre les mêmes conclusions aux autres hydroxydes cristallisés ayant même constitution que la brucite, déterminée par les rayons X.

RAYONS X. — *Examen par diffraction de rayons X de cotons nitrés par l'acide nitrique en vapeurs*. Note ([1]) de MM. **Georges Champetier** et **Marc Foëx**, présentée par M. Paul Lebeau.

Plusieurs auteurs ont étudié les clichés de diffraction de rayons X de nitrocelluloses préparées à l'aide des mélanges sulfonitriques ([2]). M. Trombe ([3]) a décrit un nouveau procédé de préparation utilisant l'action des vapeurs d'acide nitrique sur la cellulose.

([5]) Voir par exemple Freymann, *Journ. de Physique*, 9, 1938, p. 517; 10, 1939, p. 1.

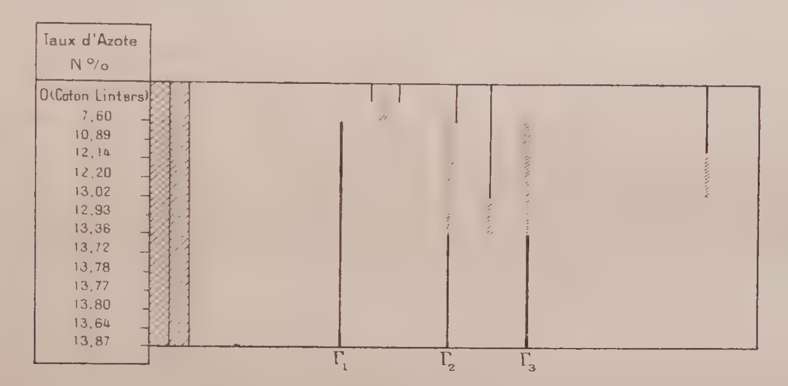
([1]) Séance du 11 novembre 1940.

([2]) Voir J. Duclaux et G. Champetier, *Cellulose, Traité de Chimie organique de* V. Grignard, G. Dupont et R. Locquin, 8, p. 796, 1205, Paris, 1938; M. Mathieu, *Réactions topochimiques, Nitration de la cellulose, Gélatinisation des nitrocelluloses*, Paris, 1936.

([3]) A. Bouchonnet, F. Trombe et G. Petipas, *Bull. Soc. Chim.*, 4, 1937, p. 560; *Mémorial des Poudres*, 38, 1938, p. 308.

La présente Note a pour objet l'étude aux rayons X de quelques nitrocelluloses obtenues par ce dernier procédé à partir de linters de coton et de vapeurs sèches d'acide nitrique pur, sous une pression de 35 à 70^{mm} de mercure, à des températures comprises entre 35 et 55°. En faisant varier le temps et la température de nitration, la pression et le débit des vapeurs nitriques, il a été possible de préparer des nitrocotons dont les taux d'azote s'échelonnent entre 6,3 et 13,9 %.

Le cliché de diffraction du nitrocoton à 13,87 % d'azote est tout à fait



comparable à ceux obtenus, en particulier par M. Mathieu, lors des nitrations sulfonitriques. Il se compose d'un cercle net et intense Γ_1 ($d_1 = 6,9$ Å) et de deux autres cercles nets et bien distincts

$$\Gamma_2 (d_2 = 4,5 \text{ Å}) \quad \text{et} \quad \Gamma_3 (d_3 = 3,5 \text{ Å}).$$

L'examen des clichés de diffraction des nitrocotons à taux d'azote plus faible montre que le cercle Γ_1 garde un diamètre invariable lorsque le taux d'azote diminue jusqu'à 10,89 %; sa netteté reste, en outre, très grande. L'équidistance d_1 conserve donc une valeur constante, et les plans réticulaires correspondants, parallèles à l'axe de fibre, restent parfaitement définis. Autrement dit, pour les taux d'azote compris entre 13,87 % et 10,89 %, les chaînes cellulosiques restent parallèles et d'écartement constant dans leur plan. Par contre, si les cercles Γ_2 et Γ_3 conservent eux aussi un diamètre invariable, ils perdent leur netteté à mesure que le taux d'azote devient plus faible. Pour les taux d'azote inférieurs à 13 % ils ne forment plus que deux halos flous.

Ceci est en accord avec les observations de M. Mathieu; les plans réticulaires qui coupent l'axe de fibre sont d'autant moins bien définis que le taux de nitration est plus faible.

Lorsque le taux d'azote des nitrocotons descend au-dessous de 13 %, certaines interférences de la cellulose apparaissent avec une netteté et une intensité d'autant plus grandes que le taux de nitration est plus faible. Les produits faiblement nitrés (7,60 % à 12,2 % d'azote) apparaissent nettement comme des mélanges de cellulose inaltérée et de produits nitrés à taux d'azote élevé.

Ces observations montrent que le processus de nitration par les vapeurs nitriques diffère de celui de la nitration par les mélanges sulfonitriques. La différence fondamentale paraît résider dans l'hétérogénéité des produits moyennement nitrés obtenus à l'aide des vapeurs d'acide nitrique. Alors que le réseau des nitrocelluloses sulfonitriques présente les caractères d'une solution solide ([3]), les nitrocelluloses étudiées ici apparaissent, d'après l'examen aux rayons X, comme des mélanges.

Les vapeurs d'acide nitrique à 100 % paraissent nitrer tout d'abord superficiellement le coton à un taux d'azote élevé, compris entre celui de la dinitro et de la trinitrocellulose ([4]), puis la réaction progresserait à l'intérieur des fibres et des cristallites, l'eau formée se trouvant continuellement entraînée par le flux rapide des vapeurs nitriques. En prolongeant la durée de nitration, le nitrocoton devient homogène; son taux d'azote est alors toujours très élevé, voisin de 13,9 %.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Structure des gerbes de rayons cosmiques.* Note ([1]) de MM. **Pierre Auger**, **Jean Daudin** et **Jean Wesolowski**, présentée par M. Jean Perrin.

I. Nous avons montré ([2]) la présence, dans les grandes gerbes atmosphériques de rayons cosmiques ([3]), de particules ou groupes de particules présentant un pouvoir de pénétration plus élevé que celui que la théorie des cascades permet d'attribuer à des électrons. Certains de ces corpuscules peuvent être des mésons, mais une recherche systématique de ces derniers, dont le caractère principal doit être la faible production de gerbes à la traversée de la matière, ne nous a pas donné de résultats concluants.

([4]) L'interférence Γ_1 correspond à l'écartement des plans réticulaires $d_1 = 6.9$ Å observé par M. Mathieu pour les dinitrocelluloses.

([1]) Séance du 3 juin 1940.

([2]) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 481.

([3]) *Journal de Physique*, 10, 1939, p. 39.

Au contraire, nous avons trouvé la portion pénétrante des grandes gerbes associée à des gerbes locales, même si on les étudie après la traversée d'écrans de plomb épais de plus de 10^{cm}. Le rôle des faisceaux étroits d'électrons de très haute énergie a été signalé par nous à la suite de ces recherches. C'est une tentative d'analyse de la structure des gerbes produites par ces faisceaux que nous décrivons dans le présent travail.

2. Afin d'étudier les seules gerbes locales produites par des rayonnements de très haute énergie, nous avons opéré sur des portions de grandes gerbes atmosphériques d'une part et, d'autre part, sur des gerbes qui apparaissent dans des salles situées à 30 et à 100^{m} de profondeur dans le sol. L'écran producteur de gerbes locales était situé à une hauteur *h* au-dessus du plan horizontal dans lequel étaient disposés des compteurs; c'était généralement le plafond des salles, c'est-à-dire du béton, de l'argile, du bois, formés d'éléments chimiques de faible poids atomique. Dans le cas de recherches faites au-dessus du sol, à Paris, trois compteurs étaient disposés en coïncidences triples : deux d'entre eux, parallèles, placés à la distance variable *d* l'un de l'autre, et le troisième, écarté de 3 ou 4^{m}, servaient uniquement à sélectionner les grandes gerbes et éviter que les deux premiers compteurs ne soient déclenchés par une petite gerbe locale isolée. Dans le cas de recherches faites en sous-sol, le troisième compteur était simplement placé immédiatement au-dessus de l'un des deux premiers, son rôle se réduisant à diminuer le nombre de coïncidentes fortuites. Nous avons alors tracé dans chaque cas les courbes donnant la variation du nombre de coïncidences triples en fonction de la distance *d*, et constaté qu'elles présentaient un palier entre $d = h/30$ et $d = h/15$ environ. La hauteur *h* a varié suivant les cas de $1^{m},4$ à 15^{m}, et les mesures ont été faites dans cinq laboratoires différents, trois au niveau du sol, deux en sous-sol.

Une analyse de la nature des branches de gerbes qui détermine le déclenchement des compteurs a été également faite, par l'utilisation d'écrans de plomb de 5^{cm} d'épaisseur placés sur l'un des compteurs. Cet écran est à peu près impénétrable aux branches des gerbes locales, formées d'électrons dont l'énergie ne dépasse pas 10^{8} eV. L'effet produit par cet écran, lorsque les compteurs sont à la distance $d = h/30$, est faible : le nombre de gerbes enregistrées est abaissé de 30 % environ. Au contraire, si les compteurs sont placés à la distance $h/15$, l'effet de l'écran de plomb est très marqué.

Ces mesures sont à rapprocher des observations de Bothe et Schmeiser sur les différences entre des gerbes de petit et de grand angle de divergence.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les spectres d'absorption dans le proche infrarouge de l'acide nitrique à 100 % et en solution aqueuse.* Note de MM. **René Dalmon** et **René Freymann**, présentée par M. Aimé Cotton.

La structure de l'acide nitrique et l'examen de ses solutions ont fait l'objet de nombreuses études physicochimiques [1]. Mais, en ce qui concerne les spectres d'absorption infrarouge, à notre connaissance, seul a été examiné le spectre de l'acide nitrique à l'état de vapeur [2] : vers $0^{\mu},98$ il y aurait dans la vapeur une bande $3\nu(OH)_{\nu}$ (présentant au moins 5 composantes rotationnelles), bande caractéristique des groupements OH libres [3] de NO^2OH.

Le spectre infrarouge correspondant de l'acide nitrique liquide à 100 % et de ses solutions dans divers solvants ne semblait pas avoir été étudié jusqu'ici. Nous donnons donc ci-dessous nos résultats relatifs aux spectres d'absorption entre 0,8 et $1^{\mu},2$ environ : 1° *de l'acide nitrique liquide à 100 %* [4]; 2° *de solutions aqueuses* d'acide à 98,76, 96,63, 94,64, 92,55, 90,64, 85 et 80 % en poids. L'acide nitrique a été préparé à l'état très pur par une méthode déjà décrite [1]; les solutions ont été titrées à la soude.

Les spectres ont fait l'objet de mesures quantitatives effectuées en enregistrant successivement les déviations I du galvanomètre sous des épaisseurs de 2,5 et 5^{cm}. Sur la figure 1, les valeurs de $K = 2\log_{10}(I_{2,5}/I_5)$ ont été portées en ordonnée, celles des longueurs d'onde en abscisse.

I. Nos résultats relatifs à NO^3H liquide à 100 % et ceux de Badger et Bauer relatifs à NO^3H vapeur montrent : 1° *que l'acide nitrique renferme bien un groupement* OH *dans la molécule;* 2° *que les molécules d'acide nitrique à* 100 % *sont très fortement associées entre elles.*

En effet (figure 1, courbe 1), la bande caractéristique des groupements OH libres [$3\nu(OH)_{\nu}$ vers $0^{\mu},98$] n'apparaît pas sensiblement pour le liquide

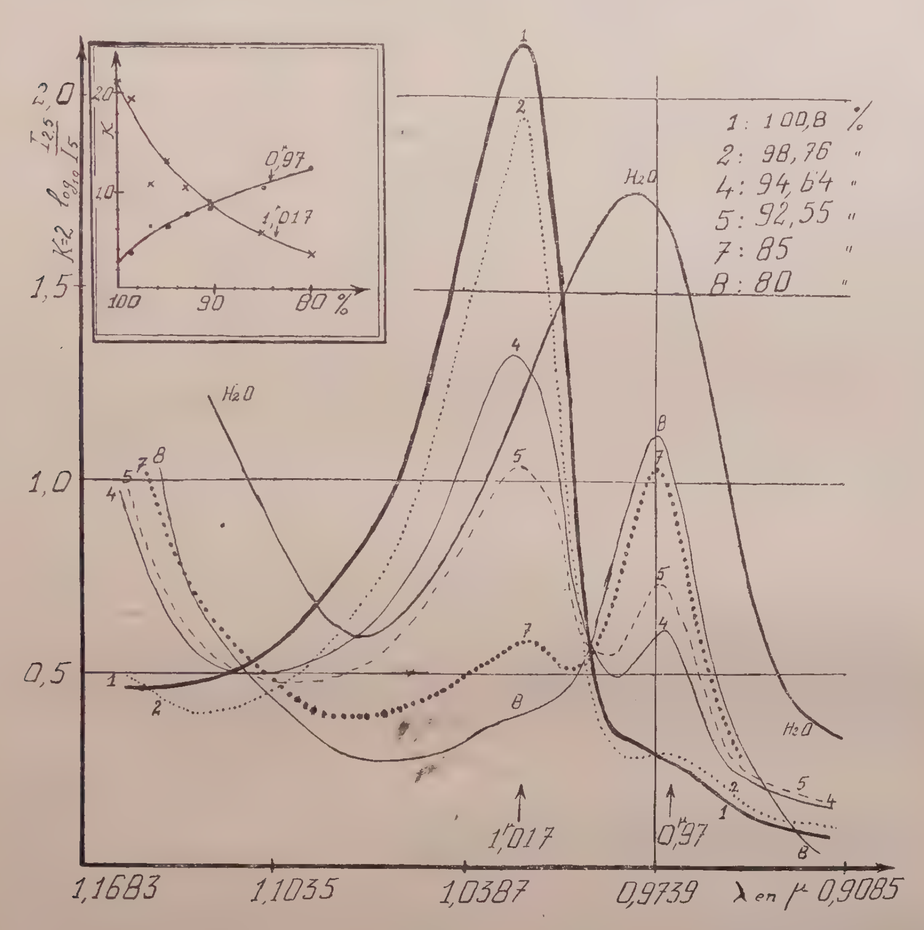
(1) J. Chédin, *Ann. de Chimie*, **11**, vii, 1937, p. 243; R. Dalmon, *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 473 et **209**, 1939, p. 413; J. Desmaroux, J. Chédin et R. Dalmon, *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 455; K. W. F. Kohlrausch, *Naturwissenschaften*, **25**, 1931, p. 5637; Médard et T. Petitpas, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1221 et **198**, 1934, p. 88.

(2) R. M. Badger et S. H. Bauer, *J. chem. Phys.*, **4**, 1936, p. 711.

(3) R. Freymann, *Journ. Phys.*, **9**, 1938, p. 517; **10**, 1939, p. 1.

(4) En réalité, cet acide, obtenu par distillation d'un mélange acide sulfurique 2 p. + acide nitrique 1 p., titrait 100,8 %.

à 100 % ; par contre *la bande très intense et large vers* 1$^{\mu}$,017 *peut être attribuée à coup sûr aux molécules d'acide associées* : c'est la bande 3ν(OH), que l'on observe vers 1$^{\mu}$,04 pour les alcools, les oximes ou les acides



organiques ([3]). Cette association des molécules peut se faire *soit par deux molécules* (comme pour RCOOH) suivant le schéma

$$O=N\begin{matrix}\diagup OH \leftarrow O \diagdown \\ \diagdown O \rightarrow HO \diagup\end{matrix}N=O$$

soit par chaînes (comme pour ROH ou $\begin{matrix}R' \\ R\end{matrix}\!\!>C=NOH$); d'ailleurs la formule développée de l'acide nitrique rendrait plus vraisemblable le rapprochement avec les acides organiques; l'association par deux molécules s'accorde également avec le fait que seul l'acide nitrique concentré, — sous forme homéopolaire, — nitre la cellulose.

II. *Quand on dilue l'acide nitrique dans l'eau, l'intensité de la bande d'association de* $1^{\mu},017$ *diminue rapidement; elle a presque disparu pour la solution à* 80 %. Parallèlement à cet effet, on note l'apparition, avec une intensité croissant avec la dilution, d'une bande voisine de $0^{\mu},97$. Sur la figure le médaillon indique les variations d'intensité des deux bandes en fonction de la concentration.

L'hypothèse la plus vraisemblable pour interpréter cette apparition c'est qu'il s'agit de la fréquence $3\nu\,(OH)_s$, à $0^{\mu},97$, de l'eau. Cependant on peut se demander s'il n'existe pas, masquée par cette bande de l'eau, une autre bande caractéristique des molécules NO^2OH non associées, $3\nu\,(OH)_v$ observée pour la vapeur vers $0^{\mu},98$ (²).

Un tel exemple de superposition est fourni par les solutions aqueuses de soude NaOH ou de potasse KOH : une bande OH de la soude, très intense dans la solution aqueuse 10N, se trouve à $0^{\mu},9675$ dans la même région spectrale que la bande $3\nu(OH)_s$ de l'eau.

Si donc l'on ne peut rien dire en ce qui concerne les molécules NO^2OH non associées contenues dans la solution aqueuse, on peut penser, d'après la disparition de la bande à $1^{\mu},017$, que la dilution dans l'eau commence par *désassocier* les molécules d'acide, puis les dissocie.

En résumé, l'acide nitrique liquide à 100 % *renferme un groupement* OH *dans sa molécule et les molécules sont très fortement associées entre elles. Par dilution dans l'eau, la bande de* $1^{\mu},017$, *caractéristique des molécules associées, disparaît rapidement.*

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les lactones colorées benzonaphtyrones.* Note de M. **Paul Chovin**, présentée par M. Marcel Delépine.

M'étant attaché (¹) à l'étude des corps connus sous le nom de *Colorants de Pechmann* (¹), j'ai, en particulier, décrit une synthèse qui consiste à condenser un acide β-aroylpropionique sur un acide aroylpyruvique selon le schéma ci-contre.

A cette occasion, j'ai établi que ces colorants sont caractérisés par un enchaînement dilactonique central, pour lequel avait été proposé le nom de *naphtyrone* (²), par analogie avec les naphtyridines de squelette azoté correspondant. Ce sont des diaryl-3.7-naphtyrones.

(¹) *Ann. de Chimie*, 11ᵉ série, **9**, 1938, p. 447; *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 1418; **208**, 1939, p. 1228; **209**, 1939, p. 169.

(²) Ch. Dufraisse et P. Chovin, *Bull. Soc. Chim.*, 5ᵉ série, **1**, 1934, p. 790.

La présente Note a pour objet l'extension de la réaction précédente à la synthèse de corps lactoniques d'un type nouveau. Dérivant encore des naphtyrones, ce sont, cette fois, des *benzonaphtyrones*.

Le schéma ci-dessus montre, comme il est logique de l'admettre, les acides aroylpropionique et aroylpyruvique sous forme énolique. De là l'idée de faire intervenir, dans la condensation, non plus un oxhydryle énolique, mais un oxhydryle phénolique. Pour que la place des atomes de carbone soit respectée, et, en particulier, celle de la double liaison énolique, il faut que cet oxhydryle phénolique soit en position *ortho* par rapport à une chaîne latérale présentant un carboxyle en position β. Autrement dit, on doit pouvoir remplacer les acides β-aroylpropionique et aroylpyruvique par les acides *o*-hydroxyphénylacétique et *o*-hydroxyphényl-glyoxylique.

Ce remplacement aura pour effet de conduire à des corps dont la structure différera essentiellement de celle des diarylnaphtyrones, en ce sens que le groupement dilactonique central, au lieu de porter des substitutions aryliques, sera flanqué par un ou deux cycles en benzo.

Il est à remarquer que l'annellation des cycles en benzo est angulaire, ce qui, d'après ce que l'on sait des effets hypsochromes, doit entraîner une diminution de la teinte.

C'est ce que j'ai constaté en condensant, au moyen du tribromure de phosphore, l'acide *o*-hydroxyphénylacétique sur l'acide benzoylpyruvique. On obtient ainsi une dilactone portant un cycle accolé en même temps qu'un substituant phénylique. C'est la phényl-3-benzo-7,8-naphtyrone (II). Après purification par recristallisations répétées dans le xylène et sublimation sous vide poussé, ce corps se présente en cristaux rouges (alors que la naphtyrone à deux substituants phényliques est rouge violacé) et fond instantanément au bloc d'or à 269°.

Pour fixer plus sûrement sa constitution, il était indiqué d'en faire la synthèse par une deuxième voie. Cette possibilité, qui est offerte aux diarylnaphtyrones lorsque les aryles substituants sont différents, subsiste

encore dans l'exemple actuel : il suffit, en effet, de permuter le carbonyle et le méthylène dans les acides de départ. En d'autres termes, on doit obtenir le même corps en faisant réagir l'acide *o*-hydroxyphénylglyoxylique sur l'acice β-benzoylpropionique. Effectivement, le corps qui a été obtenu dans ces conditions fond également à 269° et est bien identique au précédent (épreuve du mélange).

Ce résultat confirme ce qui a été démontré à propos des diarylnaphtyrones, en ce qui concerne l'arrangement dilactonique central : cet arrangement est symétrique, sinon la permutation des fonctions dans les matières premières aurait eu pour conséquence la formation de deux corps différents.

En résumé, les benzonaphtyrones, dont cette Note décrit le premier représentant, sont des corps dilactoniques colorés dont le squelette général dérive de celui du phénanthrène par remplacement des deux carbones 3 et 9 par deux oxygènes. Je poursuis l'étude de leurs propriétés chimiques.

HYDROLOGIE. — *Sur les débits d'hiver de la Volga à Samara.* Note de M. **Vladimir Frolow**.

L'hiver comporte toujours dans le bassin de la Volga une suspension plus ou moins longue d'alimentation par le ruissellement. Cependant, les eaux souterraines peuvent encore recevoir un apport pendant les journées à température élevée, lorsque la neige commence à fondre. Le débit de la Volga est influencé de ce fait, et il est certain que le régime propre non influencé (au sens de M. Ed. Maillet) des eaux souterraines ne se réalise, en général, que pendant une partie de l'hiver.

F. I. Bydine (1) a établi la relation empirique entre la hauteur du niveau de l'eau lue à l'échelle de Samara pendant la durée des glaces

(1) *Régime hivernal des fleuves et les méthodes de son étude*, Leningrad, 1933.

et le débit. Cette conversion des observations du niveau qui couvre les années 1881-1882 à 1928-1929 a été utilisée pour chercher en première approximation quelle est la capacité souterraine qui alimente la Volga en hiver et quelles étaient ses variations depuis 1881.

Le report en coordonnées semi-logarithmiques des graphiques de F. I. Bydine montre que l'on peut exprimer leur partie régulièrement décroissante par l'équation à paramètres uniques, entre les débits de 5000 à 1100 m³/s,

$$Q = 5000\,e^{-0{,}00221\,t}.$$

On obtient dès lors, pour la durée des observations publiées par F. I. Bydine, une mesure de la capacité mise en jeu. Elle est égale à $C = 152$ km³. La capacité qui serait vidée par un tarissement complet de la Volga, en régime défini par l'équation précédente, à partir du débit de 5000 m³/s, serait de 195 km³. On peut donc dire que les variations du débit d'hiver à Samara correspondent à la libération des 3/4 environ de la capacité souterraine qui l'alimente.

La lenteur de la décrue est telle, cependant, qu'il faut beaucoup plus d'une année pour aboutir à une très grande vidange de la capacité souterraine; et, de fait, la capacité libérée entre deux années consécutives a été de 65,5 km³ au maximum, soit de 43 % de celle (C) qui fut intéressée par les décrues d'hiver entre 1881 et 1929. Au contraire le remplissage de la capacité souterraine, qui dépend de la pluie, a été parfois plus rapide, atteignant en une année 91,6 km³, soit 60 % de C. La perte moyenne de capacité était de 22 km³ par an, et le gain moyen de 31 km³ par an. Le régime d'hiver de la Volga à Samara est donc influencé plus rapidement par les pluies de l'été précédent que par le tarissement.

Le tableau ci-après permet de se rendre compte que pendant l'intervalle de temps considéré les réserves souterraines ont eu une tendance à l'augmentation

En rapportant à la surface du bassin versant de la Volga en amont de Samara les valeurs de la capacité obtenues par le calcul précédent, on voit que la capacité totale correspond à une tranche de pluies de l'ordre de 150^{mm}; celle alimentant les débits de 5000 à 1100 m³/s à une tranche de l'ordre de 120^{mm}, la vidange annuelle maximum à 50^{mm}, et la vidange annuelle moyenne à 17^{mm}; tandis que le remplissage annuel maximum correspondrait à 70^{mm} et à 24^{mm} en moyenne, entre 1881 et 1929.

Année.	Débit minimum en hiver m³/s.	Différence m³/s.		Variation partielle de la capacité km³.		Variation cumulée de la capacité km³.	
		+	—	+	—	+	—
1882	1720						
1883	1650	—	70	—	2,73	—	2,73
1884	1900	250	—	9,75	—	7,02	—
1885	1400	—	500	—	19,50	—	12,48
1886	2150	750	—	29,25	—	16,77	—
1887	2120	—	30	—	1,17	15,60	—
1888	2150	30	—	1,17	—	16,77	—
1889	1820	—	330	—	12,87	3,90	—
1890	2010	190	—	7,41	—	11,31	—
1891	1640	—	370	—	14,43	—	3,12
1892	1440	—	200	—	7,80	—	10,92
1893	1950	510	—	19,89	—	8,97	—
1894	2400	450		17,55	—	26,52	—
1895	3650	1250	—	48,75	—	75,27	—
1896	1970	—	1680	—	65,52	9,75	—
1897	1950	—	20	—	0,78	8,97	—
1898	1250	—	700	—	27,30	—	18,33
1899	3600	2350	—	91,65	—	73,32	—
1900	2000	—	1600	—	62,40	10,92	—
1901	2160	160	—	6,24	—	17,16	
1902	1760	—	400	—	15,60	1,56	—
1903	2400	640	—	24,96	—	26,52	—
1904	1780	—	620	—	24,18	2,34	—
1905	2300	520	—	20,28	—	22,62	—
1906	3120	820	—	31,98	—	54,60	—
1907	2000	—	1120	—	43,68	10,92	—
1908	1425	—	575	—	22,42	—	11,50
1909	1760	335	—	13,06	—	1.56	
1910	1550	—	210	—	8,19	—	6,63
1911	1310	—	240	—	9,36	—	15,99
1912	2300	990	—	38,61	—	22,62	—
1913	1900	—	400	—	15,60	7,02	—
1914	3200	1300	—	50,70	—	57,72	
1915	2350	—	850	—	33,15	24,57	—
1916	2150	—	200	—	7,80	16,77	—
1917	3500	1350	—	52,65	—	69,42	—
1918	1900	—	1600	—	62,40	7,02	—
1919	2020	120	—	4,68	—	11,70	
1920	1930	—	90	—	3,51	8,19	—
1921	1200	—	730	—	28,47	—	20,28
1922	1300	100	—	3,90	—	—	16,38
1923	3000	1700	—	66,30	—	49,92	—
1924	2600	—	400	—	15,60	34,32	
1925	2020	—	580	—	22,62	11,70	—
1926	3000	980	—	38,22	—	49,92	—
1927	4900	1900	—	74,10	—	124,02	—
1928	4700	—	200	—	7,80	116,22	—
1929	3600	—	1100		42,90	73,32	—

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De l'influence des marées sur le régime des puits artésiens.* Note (1) de MM. **Paul Mondain-Monval** et **Roger Wellard**, présentée par M. Charles Maurain.

Les habitants de nos régions côtières peuvent remarquer que leurs puits artésiens présentent, au cours d'une même journée, de notables variations de débit, celui-ci accusant une augmentation sensible au moment de la marée. Ces variations nous sont apparues avec une netteté tout à fait frappante sur les bords du Bassin d'Arcachon, où l'on utilise couramment pour l'alimentation en eau douce et l'arrosage des potagers des puits artésiens de faible débit, dont la profondeur de forage varie entre 100 et 500 mètres. Le phénomène nous a semblé si remarquable qu'il nous a paru intéressant d'en faire une étude détaillée, et nous en résumons ici les principaux résultats.

Nos observations, poursuivies pendant les mois d'août et de septembre 1940, ont porté sur trois puits artésiens de la commune d'Arès, localité située sur le bord septentrional du bassin d'Arcachon et, plus particulièrement, sur l'un d'eux, d'une profondeur de forage de 100 mètres, distant seulement d'une centaine de mètres de la côte. Les mesures de débit étaient effectuées en recevant dans un récipient de forme appropriée, d'une capacité de $2^l,36$, la totalité de l'eau sortant du puits artésien et en chronométrant, au vingtième de seconde, la durée du remplissage. Elles étaient exécutées à intervalles plus ou moins espacés, de manière à permettre le tracé d'une courbe des débits en fonction du temps. D'autre part il nous était possible, grâce à un dispositif spécial, d'apprécier à chaque instant la hauteur de la marée à l'approche de la pleine mer; par suite de tracer une courbe des niveaux et de fixer très exactement l'heure de la marée locale.

Voici les conclusions auxquelles nous avons pu aboutir :

1° Le débit des puits artésiens suit avec une fidélité et une régularité remarquables les alternances du phénomène des marées. Faible à marée basse, il s'élève lorsque la mer monte, pour atteindre un *maximum assez aigu à l'heure exacte de la marée locale.*

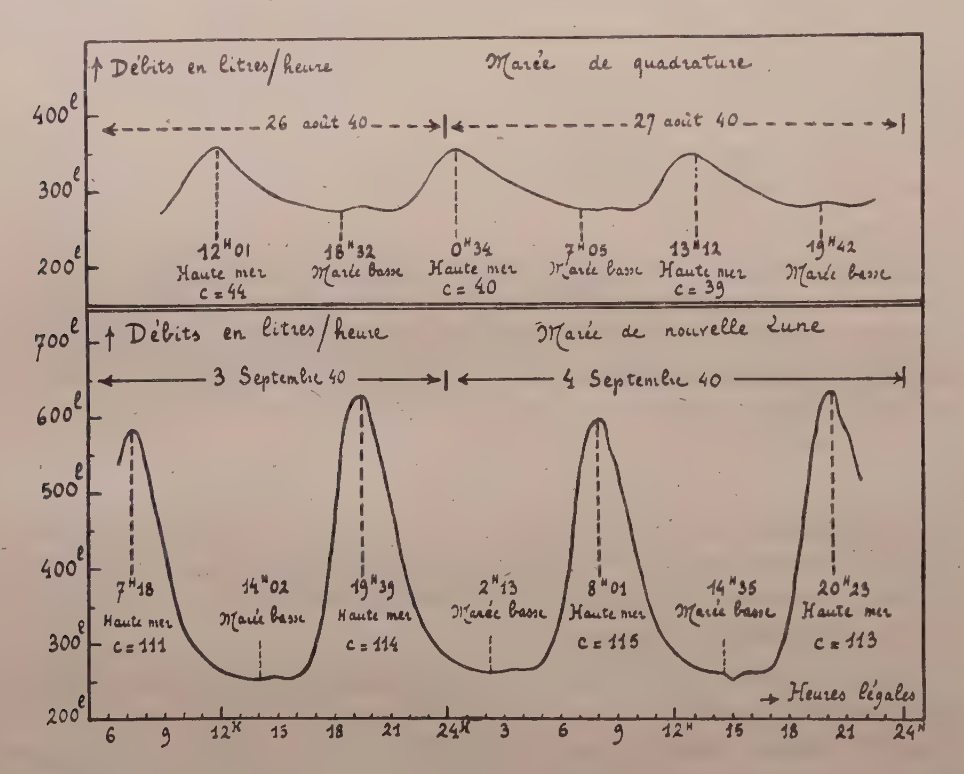
La concordance des maxima de débit et de niveau de la mer est telle que la simple lecture du graphique des débits permet de déterminer l'heure de la pleine mer, à 5 minutes près. Dès que la mer redescend, le débit diminue, mais moins rapidement qu'il ne s'élève à marée montante. Il passe ensuite par un minimum, qui ne coïncide pas exactement avec l'heure de la marée basse, mais révèle, au contraire, un retard sensible de l'établissement du débit minimum vis-à-vis du passage de la mer à son niveau le plus bas. On peut, en outre, à la basse mer, observer certaines perturbations

(1) Séance du 11 novembre 1940.

du régime des débits, dont nous ne pouvons donner actuellement d'explication satisfaisante.

2° *Le débit reflète, en quelque sorte, toutes les particularités secondaires du phénomène des marées :*

a. Il est tout d'abord *rigoureusement subordonné aux variations du coefficient de hauteur*. On sait que les différences de niveau observées entre une basse mer et la haute mer qui lui succède subissent une évolution périodique réglée par les phases de la Lune. Ces différences, minima aux époques des quadratures, deviennent maxima à celles de la sizygie. Le débit des puits artésiens accuse fidèlement ces variations du coefficient de hauteur *c*, comme le montrent les deux graphiques ci-dessous, tracés à la



même échelle et relatifs au même puits. On y constate qu'aux *mortes eaux* du dernier quartier de la fin d'août 1940, le débit horaire n'a varié que de 274 litres (marée basse) à 347 litres (marée haute); tandis qu'aux *vives eaux* de la nouvelle Lune suivante l'écart s'est étendu de 250 à 630 litres, écart considérable comme on le voit

b. Le niveau des eaux de la mer à l'heure de la marée peut être supérieur au niveau théorique fixé par le coefficient de hauteur (action du vent, soufflant de la mer vers la côte; marées du soir supérieures, à égal coefficient de hauteur, aux marées du matin). On observe alors, très régulièrement, une augmentation de débit.

c. Nous avons pu constater que, lorsque la mer atteint un même niveau au cours de ses montées successives, le débit reprend une valeur très sensiblement identique.

3° Enfin, si l'étude simultanée des variations de débit des trois puits examinés montre que l'influence de ces divers facteurs se fait sentir pour chacun d'eux, cette influence s'atténue progressivement, comme il était à prévoir, avec leur éloignement de la mer.

4° Il est manifeste que l'origine de ces curieux phénomènes réside dans les variations de pression provoquées par les eaux de la mer sur les nappes souterraines d'eau douce qui alimentent les puits, soit que cette pression s'exerce par l'intermédiaire de couches géologiques imperméables, soit qu'elle détermine des déplacements liquides dans les multiples canaux ou capillaires de couches perméables, ce qui implique en somme une communication entre les eaux salée et douce. Ces déplacements, d'ailleurs alternés comme les marées, seraient probablement assez limités. Cette dernière hypothèse doit toutefois tenir compte du fait que l'eau des puits est totalement exempte de chlorures, comme l'accuse sa réaction rigoureusement négative au nitrate d'argent.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Une racine principale binaire résulte bien de l'accollement de deux rhizes primordiales.* Note de M. **Georges Bouvrain**, présentée par M. Louis Blaringhem.

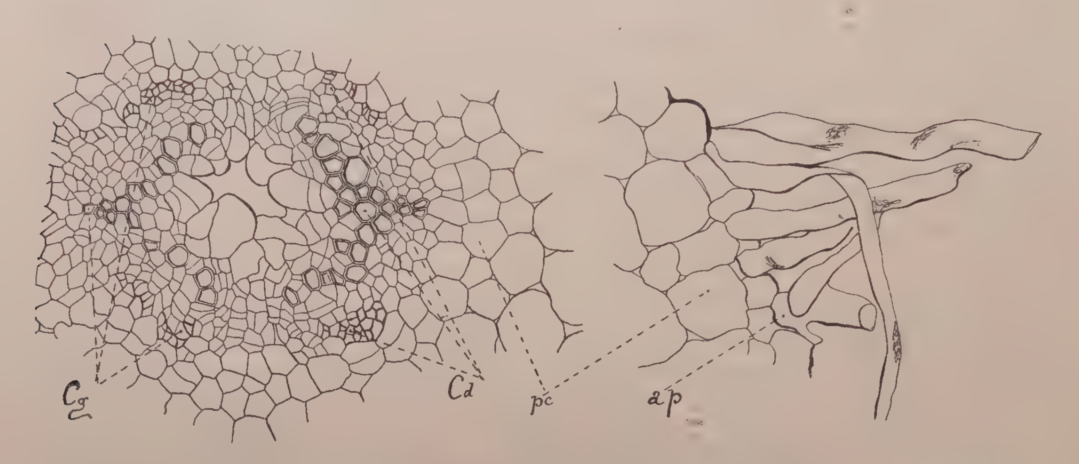
En 1921, G. Chauveaud (¹) se décidait à publier une observation faite par lui longtemps auparavant sur une Ombellifère qu'il n'avait pu identifier malgré de longues et patientes recherches. Il montrait que, dans la racine de cette plante, les deux phyllorhizes constitutives primordiales restaient distinctes, non seulement par leurs feuilles et leurs caules, ce qui est la règle générale, mais encore par leurs rhizes à l'intérieur même de la racine. Ce fait, qu'il constatait pour la première fois, lui parut, avec raison, tout à fait exceptionnel et fondamental.

Je me propose de montrer aujourd'hui comment un léger traumatisme d'une racine de Chou a eu pour effet, localement, de faire apparaître les deux rhizes primordiales constitutives de cette partie radiculaire par la suppression de certains éléments conducteurs et leur transformation en fausse moelle (voir la figure).

Dans cette racine, à ce niveau et à cet âge, une bande vasculaire alterne et diamétrale serait normalement réalisée par la convergence des xylèmes; à plus forte raison, la réunion des phloèmes devrait-elle être complète puisque la convergence des phloèmes est toujours plus rapide que celle des xylèmes. Il en résulte que, normalement, il est impossible de faire le

(¹) *La constitution des plantes vasculaires révélée par leur ontogénie*, Paris, 1921, p. 128.

départ entre le phloème de la rhize de droite et celui de la rhize de gauche, même lorsque les xylèmes sont encore séparés. Ici, le traumatisme provoque une hyperplasie des éléments centraux; ceux-ci donnent une fausse moelle et non plus des vaisseaux.



Pour y suppléer sont apparus des éléments intermédiaires et superposés; (accélération pathologique) disposés à la périphérie du cylindre central, devenu circulaire alors qu'il devrait être elliptique. Ils sont accompagnés de cloisonnements secondaires de la zone génératrice anormalement abondants, mais nettement moins nombreux dans le plan intercotylédonaire. Ce qui est encore plus frappant et plus démonstratif, c'est l'absence de tubes criblés dans ce même plan intercotylédonaire, de telle sorte que le convergent de droite correspondant à la rhize de droite se trouve pathologiquement séparé du convergent de gauche correspondant à la rhize de gauche. L'espace compris entre les phloèmes est occupé par un parenchyme conjonctif, qui est ainsi un véritable rayon médullaire et non un parenchyme libérien comme on le croit généralement. Sans le traumatisme, les groupes de phloèmes auraient formé deux faisceaux, l'un dans la partie supérieure de la coupe, l'autre dans la partie inférieure; c'est leur position. Ils sont très écartés pour un même convergent, superposés à l'extrême limite des ailes vasculaires, et ne sont séparés des phloèmes du convergent voisin que par un petit nombre de cellules parenchymateuses; celles-ci ne présentent aucune trace d'altération, pas plus que les tubes criblés eux-mêmes; il ne s'agit pas de parenchyme de remplacement.

La formation et l'indépendance des deux rhizes constitutives, grâce à la séparation de leurs groupements conducteurs respectifs, est ici presque

aussi nette que dans l'échantillon très jeune étudié par G. Chauveaud. On peut regretter qu'elle soit artificielle, qu'elle constitue un cas tératologique; elle a néanmoins l'avantage de fournir la preuve de la dualité de constitution, dans une racine déjà très évoluée.

CRYPTOGAMIE. — *Entomophthorée pathogène pour divers moustiques de la Station expérimentale du domaine de Richelieu.* Note de M. **Émile Brumpt**, présentée par M. Marin Molliard.

Afin d'étudier les conditions qui favorisent la ponte des moustiques et de capturer des femelles gravides en vue d'observer leur mécanisme de reproduction, nous avions disposé, à la Station expérimentale de Richelieu (Indre-et-Loire), un certain nombre de cuves de verre renfermant des macérations de feuilles, de foin, de crottin, de déjections humaines, d'eau pure et d'eau rendue toxique par l'arsénite de soude. Ces gîtes artificiels, placés, les uns dans la cour du laboratoire, les autres sous des arbustes bordant un massif boisé, étaient examinés trois fois par jour : au crépuscule, puis une heure ou deux plus tard, enfin le lendemain matin vers 9^h.

A partir du 20 août, quelques moustiques morts se trouvaient sur l'eau et, le 29 du même mois, ayant constaté que ces insectes étaient tués par une *Empusa*, nous les avons récoltés régulièrement. Du 29 août au 30 septembre 1940, nous avons ainsi recueilli 105 *Culex pipiens* infectés, dont 101 femelles et 4 mâles, et une femelle de *Theobaldia annulata* également parasitée (voir la figure).

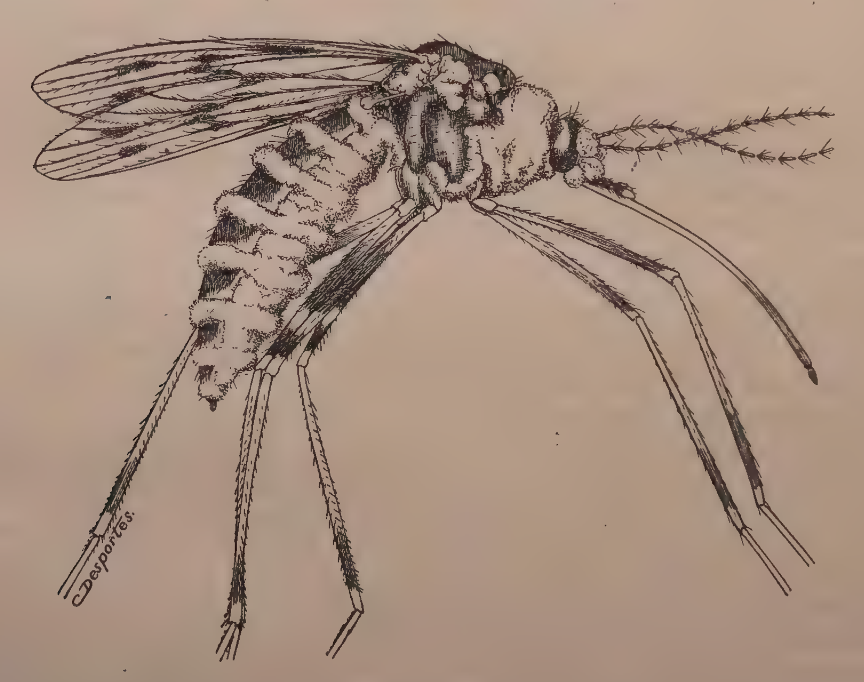
L'*Empusa* étudiée par nous présente les caractères suivants :

Conidies ovoïdes, à base large, à sommet arrondi, non apiculé, de dimensions variables chez le même moustique, 45×30, 40×30, 35×18, 34×20, 20×14, toujours uniguttulées, à vacuole volumineuse. Les conidies expulsées ne semblent pas entourées d'une masse protoplasmique provenant du conidiophore. Conidiophores simples, claviformes au sommet, dressés, prenant naissance sur des fragments mycéliens irréguliers (oïdies) produisant un filament simple de 400 à 450^{μ} de longueur. Conidiophores en colonies blanches émergeant dans les espaces intersegmentaires de l'abdomen (figure), des articulations des pattes et des ailes, ainsi qu'au niveau du cou, ne formant jamais un feutrage continu à la surface du corps. Cystides absentes; conidies secondaires rares ressemblant aux conidies primaires, mais plus petites, de $20 \times 16^{\mu}$ environ. Œufs (azygospores) surtout latéraux, sphériques, incolores, mesurant de 25 à 54^{μ}, prenant naissance sur des fragments mycéliens courts, irréguliers.

Hôtes parasités trouvés sur l'eau, ne se fixant pas par des rhizoïdes sur les supports placés sous eux après leur mort.

Le champignon que nous venons de décrire possède des conidiophores simples et des conidies multinucléées; il appartient donc certainement au genre *Empusa*, car le genre *Entomophthora* présente des conidiophores ramifiés et des conidies unicellulaires.

Nos recherches bibliographiques nous ont permis d'établir que six espèces d'entomophthorées ont été signalées chez les moustiques. Ce sont, en suivant l'ordre chronologique de leur description, les espèces suivantes : *Empusa culicis* Braun, 1855; *Entomophthora sphærosperma* Fresenius, 1856; *Empusa conglomerata* Sorokin, 1876 (*non* Thaxter, 1888); *Entomophthora rhizospora* Thaxter, 1888; *Entomophthora henrici* Molliard, 1918; *Entomophthora schrœteri* n. sp. (= *Empusa rimosa* Schrœter, 1885, *non* Sorokin, 1876). Nous donnerons au champignon identifié avec quelque doute par Thaxter à l'*Empusa conglomerata* de Sorokin, dont il est en réalité tout à fait différent, le nom d'*Empusa Thaxteri*, n. sp.



Moustique (*Theobaldia annulata*) présentant une infection spontanée par le champignon *Empusa conglomerata* ayant envahi une partie de la surface des téguments en moins de 8 heures.

Nous estimons que l'*Empusa* des moustiques de Richelieu appartient à l'espèce *Empusa conglomerata* décrite par Sorokin et bien étudiée par Nowakowski sous le nom d'*Empusa grylli* (Fresenius, 1858).

Nous avons essayé d'infecter des moustiques à l'état adulte, soit par voie cutanée, soit par la voie digestive, ainsi que des larves par ces deux procédés à la fois. Connaissant la faible longévité des conidies, nous avons toujours utilisé des *Culex pipiens* fortement infectés, récoltés le jour même ou la veille, dont les conidies vivantes étaient susceptibles de germer.

Sans entrer dans le détail de nos nombreuses expériences, nous signalerons néanmoins que 90 *C. piviens*, mis au contact de moustiques à *Empusa*, et 115 exemplaires de cette même espèce ayant ingéré des conidies, sont restés indemnes; d'autre part, sur 115 larves de *C. pipiens*, une seule a donné naissance à un moustique parasité.

En nous bornant à l'étude des *C. pipiens* mis en expérience dans diverses conditions, nous constatons qu'une seule infection a été obtenue sur environ 355 insectes examinés. Il est possible que, dans la nature, l'infection soit encore plus rare.

Les expériences que nous venons de publier sont, à notre connaissance, les premières qui aient été effectuées sur des moustiques, et elles semblent démontrer la faible réceptivité de ces insectes à l'espèce d'*Empusa* que nous avons utilisée. Nous espérons, en employant les méthodes de Molliard (1918) et de Sawyer (1929), obtenir des cultures et étudier le rôle pathogène éventuel de ces dernières pour divers insectes.

GÉNÉTIQUE. — *Teneur en acide ascorbique de quelques variétés de Piment, de Tomate et de leurs hybrides.* Note de Mme **Cécile Sosa-Bourdouil**, présentée par M. Louis Blaringhem.

La méthode que nous avons employée pour le dosage de l'acide ascorbique (vitamine C) est basée sur la réduction photochimique du bleu de méthylène par cette substance, réaction d'abord étudiée par Martini et Bonsignore (1936) et utilisée dernièrement par Mentzer (1940) dans des conditions qui augmentent sa spécificité. Nous avons donc opéré suivant les indications de ce dernier auteur. Les résultats sont exprimés en milligrammes d'acide ascorbique pour 100^g de substance fraîche.

Nous avons analysé deux variétés de Tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) var. Jaune grosse d'Italie et var. Tomate Cerise, ainsi que leurs hybrides de la sixième génération (F_6), ces formes cultivées en plein air côte à côte

à Bellevue (S.-et-O.). On a étudié successivement les fruits à divers états de maturité, puis les fruits complètement mûrs. Pour ces derniers, la variété Jaune grosse d'Italie donne de 12 à 17^{mg} d'acide ascorbique pour 100^{g} de substance fraîche; la Tomate Cerise, dont le fruit est rouge vif, en renferme 44^{mg}. Dans cette dernière variété bien définie et très ancienne, on trouve chez les fruits verts 18^{mg}, chez les fruits commençant à rougir 30^{mg}, le fruit mûr rouge vif contenant 44^{mg}.

L'augmentation de teneur en acide ascorbique n'est nullement liée à la couleur du pigment, mais bien à l'état de maturité. En effet, des fruits de la taille de la Tomate Cerise (poids des fruits de 4 à 7^{g}) provenant de l'hybridation des variétés citées plus haut (F_6), donnent 49^{mg}, bien que de couleur jaune. Des tomates jaunes de taille moyenne provenant de la même disjonction (poids du fruit, 38^{g}) donnent seulement 28^{mg} d'acide ascorbique; enfin, une lignée de tomates jaunes plus grosses (1 fruit, 105^{g}) donne une teneur plus faible encore, 20^{mg}, tendant vers le type qui contient de 12 à 17^{mg}.

De la même hybridation, les fruits rouges donnent la série suivante : taille de la Tomate Cerise (1 fruit, 7^{g}), 41^{mg}; autre lignée (1 fruit, 9^{g},7), 40^{mg}; autre lignée (1 fruit, 51^{g}), 25^{mg}; autre lignée (1 fruit, 95^{g}), 32^{mg}.

Donc, dans la descendance, la teneur en acide ascorbique ne paraît pas liée à la couleur jaune ou rouge du fruit mûr, mais apparaît, dans une certaine mesure, liée à la taille du fruit exprimée ici par le poids pour la commodité, les fruits de petite taille étant dans nos essais les plus riches.

D'autre part l'état de maturité joue un rôle important dans l'accumulation de l'acide ascorbique, et j'en donne pour preuve les analyses faites avec les fruits d'une même plante de la même famille *Capsicum annuum L.*, Piment rouge doux, de forme allongée, cultivé en plein air à Angers à l'Arboretum G. Allard. On a la répartition suivante :

Fruits mûrs. — Coloration rouge vif (poids frais des fruits allant de 17^{g} à 25^{g}). Acide ascorbique : péricarpe, 300^{mg}; placenta, 82^{mg}; pédoncule, 84^{mg}; graines mûres, voisin de 0^{mg}. La teneur en substance sèche est de 13,5 % pour le péricarpe, de 11,4 % pour le placenta. Chez d'autres fruits mûrs du même pied, on trouve : 312^{mg}, 316^{mg} pour le péricarpe.

Fruits complètement formés moins mûrs et de diverses colorations : Fruit mi-vert, mi-rouge (péricarpe) : partie verte, 312^{mg}; partie rouge, 316^{mg}. Fruit commençant à rougir, 250^{mg}. Fruit complètement vert, 250^{mg}. Pédoncule : 33^{mg}.

Fruits en formation (poids d'un fruit : $2^g,8$). Péricarpe, 50^{mg}; placenta : 2^{mg}; pédoncule, 32^{mg}; graines, quantité inférieure à 2^{mg}.

Feuilles (limbe) : (substance sèche 27,2 %), 170 à 100^{mg}.

Tiges jeunes prélevées au-dessus des fruits formés, 10^{mg}. Dans les grosses tiges, il n'y a que de faibles quantités d'acide ascorbique (inférieures à 5^{mg}); sa présence est douteuse dans les racines.

Dans une autre plante cultivée au Muséum d'Histoire naturelle, j'ai trouvé : feuilles, 100^{mg}; fleurs, 26^{mg}. La fructification n'a pas abouti.

On trouve donc de l'acide ascorbique dans presque toutes les parties de la plante, et le fruit mûr, ou plutôt son péricarpe, constitue les tissus les plus riches en cette substance; viennent ensuite les feuilles, les pédoncules, les fleurs.

Des plantes de même semis, cultivées en serre, ont donné des fruits, qui, pour des états de maturité comparables, sont sensiblement moins riches que les fruits des plantes de plein air. On trouve ainsi des chiffres allant de 188 à 230^{mg} pour les fruits de serre, alors que ceux de plein air contiennent 300 à 340^{mg}. Une autre variété (Piment carré doux d'Amérique) donne des résultats de même sens; en serre, de 140 à 170^{mg}; en plein air, de 220 à 230^{mg}. Il n'y a donc aucun avantage à cultiver les Piments en serre sous le climat d'Angers, si l'on veut des fruits riches en vitamine C. Notons, en même temps, que la dernière variété étudiée est moins riche que la première.

Des dosages effectués sur d'autres variétés nous indiquent qu'il peut y avoir de très grandes différences à ce point de vue. La coloration rouge ou jaune du fruit mûr n'est pas un indice de richesse; certaines variétés jaunes sont plus riches que d'autres de couleur rouge. De plus, certaines variétés à saveur douce peuvent être aussi riches que d'autres à saveur piquante. Nous préciserons ces faits dans une étude ultérieure.

En résumé, tant pour la Tomate que pour le Piment, la teneur en acide ascorbique, qui augmente avec l'état de maturité du fruit, apparaît souvent plus forte chez les variétés à petits fruits; elle est indépendante de la couleur rouge ou jaune des fruits mûrs, indications utiles en vue de la sélection des meilleures variétés alimentaires.

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la température sur l'élimination chlorée de l'Anguille.* Note de M. **Maurice Fontaine** et M[lle] **Odette Callamand**, présentée par M. Paul Portier.

Nous avons signalé [1] la déminéralisation de l'Anguille argentée femelle au cours de son développement génital, cette déminéralisation étant une conséquence de l'impossibilité pour la branchie de l'Anguille d'absorber les chlorures à partir d'une solution diluée et constituant vraisemblablement un des facteurs biochimiques essentiels du déterminisme de l'avalaison. Nous étudions ici l'influence de la température sur l'élimination chlorée de l'Anguille.

Les Anguilles étaient immergées après plusieurs lavages à l'eau distillée dans des bacs contenant un volume donné d'eau distillée; ces bacs étaient entourés, tantôt de glace, tantôt de sable chauffé par une résistance électrique. L'eau distillée était périodiquement renouvelée et, chaque fois, un dosage de chlorures était effectué par la méthode de Charpentier-Volhard sur une importante fraction de l'eau dont le volume avait été au préalable considérablement réduit par évaporation au bain-marie. Dans certaines séries d'expériences, c'est la même anguille que nous avons fait vivre soit à basse température, soit à température élevée et dont nous avons suivi l'élimination des chlorures. Dans d'autres séries, ayant déterminé pendant plusieurs jours, à la température du laboratoire, l'excrétion de quelques anguilles, celles-ci ont été divisées en deux lots, l'un restant à la température du laboratoire, l'autre étant transporté à une température plus basse, et nous avons suivi les variations consécutives de l'élimination chlorée. Nous donnons un exemple de chacun de ces types d'expérience. Les chiffres d'excrétion chlorée donnés ci-dessous expriment le chlore éliminé en chlorure de sodium rapporté à 24 heures et à 100^{g} d'animal.

1° Une anguille jaune de 470^{g} est immergée dans une eau à 22° où elle excrète les deux premiers jours $0^{mg},42$, les deux jours suivants $0^{mg},64$ et dans les 48 heures qui suivent $2^{mg},3$. L'anguille présente alors des signes de malaise. Transportée dans une eau à 10°, ses pertes en chlore passent progressivement au cours de la semaine qui suit

(1) M[lle] O. Callamand et M. M. Fontaine, *Comptes rendus*, **211**, 1940, p. 298, et **211**, 1940, p. 357.

de $0^{mg},14$ à $0^{mg},06$. Transportée dans une eau à 25°, l'élimination s'élève d'abord à $0^{mg},6$, puis à $0^{mg},8$.

2° Quatre anguilles jaunes de 54 à 64^{g} excrètent respectivement en moyenne pendant 11 jours à 14° (température du laboratoire) :

A : $0^{mg},9$, B : $1^{mg},3$, C : 1^{mg}, D : $0^{mg},8$.

A et B sont laissées à la température du laboratoire qui s'élève dans les jours suivants (la température de l'eau passe à 16°) et les moyennes des excrétions chlorées suivies pendant 14 jours deviennent respectivement $1^{mg},3$ et $2^{mg},4$. C et D sont soumises à une température de 4°. Leurs éliminations de chlorures descendent alors à $0^{mg},4$ et $0^{mg},6$.

Une température basse réduit donc sensiblement les pertes en chlorures, alors qu'une élévation de température les augmente considérablement. Ce fait est intéressant à retenir pour la compréhension de la biologie de l'Anguille. C'est principalement après les chaleurs de l'été, aux premières crues d'automne, qu'apparaissent les anguilles femelles d'avalaison, anguilles qui ne se nourrissent plus ou très peu depuis déjà plusieurs semaines et que l'élimination saline importante due aux températures estivales a sévèrement déminéralisées. Et, pendant l'hiver, le plus souvent passives, elles se laissent entraîner au rythme plus ou moins rapide des rivières et des fleuves. Alors, bien qu'incapables de s'alimenter, elles peuvent résister longtemps dans cet état de torpeur, les eaux refroidies ne prélevant plus qu'une infime partie de leur stock salin résiduel et leur permettant ainsi d'atteindre les eaux marines qui les reminéraliseront.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets d'un mélange de dipropionate d'œstradiol et de propionate de testostérone sur la différenciation sexuelle de l'embryon mâle du Poulet.* Note de M. **Albert Raynaud**, présentée par M. Maurice Caullery.

Le propionate de testostérone et le dipropionate d'œstradiol, en solution dans l'huile d'olive pure, sont mélangés quelques heures avant d'être injectés dans l'œuf du Poulet. L'injection a lieu en une seule fois, selon la technique de Willier, Gallagher et Koch [1]. *Résultats obtenus :*

I. *Modifications des gonades.* — L'examen de la figure et du tableau

---

(1) *Physiological Zoology*, **10**, 1937, p. 101.

586 587 588 567 505 504

Désignation de l'embryon (nº du prélèvement).	Sexe.	Age de l'embryon au moment de l'injection (jours).	Dose d'hormone injectée (millièmes de mg.) (*).	Age de l'embryon au moment du sacrifice (jours).	État des glandes génitales (*g*, gauche; *d*, droite).
598	♂	6	200 T	19	*g*, testicule *d*, testicule
597	♀	6	500 T	16	*g*, ovaire à cortex réduit et désorganisé *d*, hypertrophiée
586	♂	6	50 O + 200 T	18	*g*, ovotestis à cortex peu développé *d*, testicule
587	♂	6	100 O + 400 T	18	*g*, ovotestis à cortex assez développé *d*, testicule
588	♂	6	50 O + 500 T	18	*g*, testicule légèr[t] modifié *d*, testicule
567	♂	6	20 O + 1000 T	18	*g*, testicule *d*, testicule
505	♂	5	250 O + 1250 T	19	*g*, ovotestis à cortex épais mais discontinu *d*, testicule
504	♂	5	500 O + 2500 T	19	*g*, ovotestis à cortex épais mais irrégulier et présentant quelques anomalies *d*, testicule légèrement aplati et réduit

(*) O, dipropionate d'œstradiol; T, propionate de testostérone.

montre qu'une féminisation de la gonade des embryons mâles s'est produite, malgré la présence de doses élevées d'hormone mâle. Un cortex ovarien s'est développé dans la gonade gauche de tous les mâles ayant reçu une dose suffisante de dipropionate d'œstradiol. Mais, dans ces ovotestis, l'examen histologique permet de déceler des caractères particuliers :

a. Grandes irrégularités de la poussée corticale, qui, tantôt profonde, tantôt superficielle, fait totalement défaut en certains points;

b. En plus de cette discontinuité marquée, chez les animaux 504 et 505, qui ont reçu des doses élevées de propionate de testostérone, le cortex présente des caractères de désorganisation en plusieurs points : certains lobes corticaux, superficiels ou profonds, sont envahis par des éléments conjonctifs, qui, formant des travées épaisses parallèles à la surface de la glande, séparent et isolent les gonocytes, désagrégeant le massif cortical, si bien que, dans certains d'entre eux, la majorité des cellules germinales a disparu.

Nous attribuons ces deux effets, et surtout le dernier, à l'action propre de l'hormone mâle injectée, car nous n'avons observé aucun de ces caractères chez les femelles témoins et, par contre, ils sont très marqués chez les femelles ayant reçu seulement du propionate de testostérone (animal 597). Sous le cortex, les cordons épithéliaux lacunaires, si caractéristiques chez les mâles recevant de l'hormone femelle seule, font ici à peu près défaut ; quand ils existent (animal 504, par exemple), la plupart d'entre eux sont en continuité avec les tubules testiculaires. Le massif testiculaire enveloppé par le cortex est, en général, bien développé.

La gonade droite est le plus souvent restée un testicule typique ; cependant, chez les animaux 504 et 505, elle est légèrement aplatie et, dans sa région antéro-externe, l'examen histologique montre des tubules testiculaires qui, atteignant la surface de la gonade, s'ouvrent dans la cavité cœlomique ; ce caractère a été décrit comme résultat de l'action de la folliculine sur la gonade [1].

2. *Action sur les voies génitales*. — Les corps de Wolff de tous les embryons sont hypertrophiés, et les canaux de Wolff légèrement plus développés que chez les témoins. Les canaux de Müller paraissent faire complètement défaut chez les quatre premiers animaux; ils sont, par contre, présents, en presque totalité, chez les deux embryons qui ont reçu respectivement 250 et 500$^{\gamma}$ de dipropionate d'œstradiol; la présence de 1 ou 2^{mg} de propionate de testostérone ne semble pas, dans ces deux cas, avoir affecté leur développement.

Nous n'avons trouvé dans la littérature que deux rapports peu précis concernant l'injection simultanée d'hormone mâle et d'hormone femelle à l'embryon de poulet; dans le premier, il s'agit d'un extrait hormonal mâle d'urine humaine, auquel avait été ajouté 6,3 U.I de théeline (1); dans le second, il s'agit d'une mention de Mme Dantchakoff (2) relative à la présence de traces d'hormone femelle dans des injections de propionate de testostérone; mais, dans ces deux cas, les doses de l'une des deux hormones injectées sont très faibles et les descriptions des résultats obtenus trop vagues pour permettre une comparaison avec nos expériences.

La séance est levée à 15h35m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 2 septembre 1940.)

Note de Mme *Cécile Sosa-Bourdouil* et M. *Antonio Sosa*, Sur la composition des oosphères et des anthérozoïdes de *Fucus vesiculosus* L. :

Page 162, ligne 14, *au lieu de* ♂, *lire* ♀ ; *au lieu de* ♀, *lire* ♂.

---

(2) *Bull. Biol. France et Belgique*, 72, 1938, p. 222.